



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA



TESIS

Parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques de Salitre, en la madurez sexual de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846), life, en el Valle del Jequetepeque, Cajamarca, periodo 2020-2021

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO BIOTECNÓLOGO

PRESENTADO POR:

BACH. MARÍA SONIA HUACCHA HUACCHA

ASESOR:

DR. NILTON EDUARDO DEZA ARROYO

CO-ASESOR:

M. Sc. MARCO ALFREDO SÁNCHEZ PEÑA

Cajamarca- Perú

2022

COPYRIGHT ©
MARÍA SONIA HUACCHA HUACCHA
Todos los derechos reservados

FICHA CATALOGRÁFICA

Huaccha, H. 2022. **Parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques de Salitre, en la madurez sexual de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846), life, en el Valle del Jequetepeque, Cajamarca, periodo 2020-2021**

María Sonia Huaccha Huaccha

Escuela Académico Profesional de Biología y Biotecnología

Asesor: Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo

Co-Asesor: M. Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña

Disertación académica para obtener el título profesional de Biólogo Biotecnólogo –

UNC 2023

Parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques de Salitre, en la madurez sexual de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846), life, en el Valle del Jequetepeque, Cajamarca, periodo 2020-2021

AUTORA: Bach. María Sonia Huaccha Huaccha

ASESOR: Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo

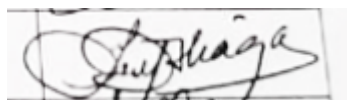
CO-ASESOR: M. Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña

Tesis evaluada y aprobada para la obtención del Título Profesional de Biólogo-Biotecnólogo de la Universidad Nacional de Cajamarca, por los siguientes jurados.

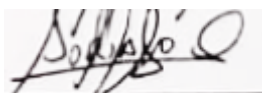
JURADO EVALUADOR



.....
Presidente
Dr. Luis Gilberto García Izquierdo



.....
Secretario
M. Sc. Arturo Ulises Díaz Aliaga



.....
Vocal
M. Sc. William Edgardo Soriano Castillo

Cajamarca, 2023 – Perú



MODALIDAD "A"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO BIOTECNÓLOGO

En Cajamarca, siendo las 11.05 am del 19 de enero del año 2023, los integrantes del Jurado Evaluador para la revisión y sustentación de la tesis, designados en Consejo de Facultad a propuesta del Departamento Académico, reunidos en el ambiente Auditorio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Cajamarca, dan inicio a la sustentación de tesis denominada: "Parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques de Salitre, en la madurez sexual de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846), life, en el Valle del Jequetepeque, Cajamarca, periodo 2020-2021", de la Bachiller en Ciencias Biológicas: María Sonia Huaccha Huaccha.

Siendo las 11:50 am del mismo día, se da por finalizado el proceso de evaluación, el Jurado Evaluador da su veredicto en los siguientes términos: **MUY - BUENO**, con el calificativo de **17**, con lo cual la Bachiller en Ciencia Biológicas se encuentra **APTO** para la obtención del Título Profesional de: **BIÓLOGO BIOTECNÓLOGO**.

Jurado Evaluador:

Presidente: Dr. Luis Gilberto García Izquierdo

Secretario: M. Sc. Arturo Ulises Díaz Aliaga

Vocal: M. Sc. William Edgardo Soriano Castillo

Asesor: Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo

Co-asesor: M. Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña

Presidente

Dr. Luis Gilberto García Izquierdo

Secretario

M. Sc. Arturo Ulises Díaz Aliaga

Vocal

M. Sc. William Edgardo Soriano Castillo

Asesor

Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo

Co-asesor

M. Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña

Tesisista

Bach. María Sonia Huaccha Huaccha

A:

Mis padres, Nicolas Huaccha Fernández y Luisa Huaccha Carmona, a mis hermanas por el apoyo, la comprensión y la ayuda constante que me han brindado en todo momento para concluir con este gran paso como profesional.

“Un futuro sostenible se constituye a partir de la colaboración y no de la competencia...”

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por permitirme seguir en este camino, acompañarme y guiarme durante la carrera y después de ella, por darme la fuerza espiritual que necesitaba para vencer los obstáculos y superarlos, así como también por los buenos momentos que he vivido durante este proceso.

A mis padres por darme la vida e inculcarme buenos valores, además por brindarme su amor y apoyo incondicional durante mi desarrollo profesional.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme permitido formarme en ella como profesional, gracias a los docentes universitarios de la Escuela de Biología y Biotecnología por compartir sus conocimientos y hacer posible la culminación de esta hermosa carrera.

Agradezco a mis asesores, Dr. Nilton Deza Arroyo y M.Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña quienes me brindaron su confianza, compartieron sus conocimientos profesionales y me guiaron durante todo el proceso del desarrollo de la tesis.

Al proyecto de Canon Minero que fue liderado por el Dr. Nilton Deza Arroyo, por abrirme las puertas para trabajar en apoyo y por brindarme las facilidades de acceso a la base de datos para el desarrollo de mi tesis.

A todas las personas que me ayudaron de una u otra manera, al aportar un granito de su conocimiento y apoyo para la elaboración de la presente tesis.

Tabla de contenido

| | |
|---|------|
| Tabla de contenido..... | ix |
| Índice de tablas..... | xi |
| Índice de figuras..... | xii |
| Lista de abreviaturas..... | xiii |
| Glosario..... | xiv |
| Resumen..... | xvi |
| Abstract..... | xvii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO II..... | 3 |
| MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS..... | 7 |
| 2.2.1. Taxonomía..... | 7 |
| 2.2.2. Descripción morfológica..... | 7 |
| 2.2.3. Comportamiento..... | 8 |
| 2.2.4. Hábitat..... | 8 |
| 2.2.5. Hábitos alimenticios..... | 9 |
| 2.2.6. Biología reproductiva..... | 9 |
| 2.2.7. Calidad del agua en piscicultura..... | 15 |
| 2.2.8. Parámetros fisicoquímicos del agua..... | 15 |
| 2.2.9. Alteración en el proceso reproductivo de peces..... | 17 |
| CAPÍTULO III..... | 18 |
| DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS..... | 18 |
| 3.1. Revisión de formatos de muestreos de campo..... | 18 |
| 3.2. Diseño estadístico para determinar la variación de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua del estanque..... | 19 |
| 3.3. Determinación del grado de madurez de las gónadas de <i>T. punctulatus</i> | 20 |
| 3.4. Determinación del estadio de madurez sexual..... | 20 |
| 3.5. Correlación de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua con la madurez sexual del life..... | 20 |
| CAPÍTULO IV..... | 22 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 22 |

| | |
|--|----|
| 4.1. Resultados y discusión | 22 |
| CAPÍTULO V | 39 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 39 |
| 5.1. Conclusiones | 39 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 40 |
| LISTA DE REFERENCIAS | 41 |
| APÉNDICES | 50 |
| Apéndice 1. Valores asignados en el programa SPSS, Versión 26, al estadio de maduración sexual de la especie life..... | 50 |
| Apéndice 2. Gráficos de los parámetros fisicoquímicos del agua vs IGS | 50 |
| | 50 |
| Apéndice 3. Estadio de maduración de <i>T. punctulatus</i> de acuerdo al sexo. | 51 |
| Apéndice 4. Correlación de los factores fisicoquímicos del agua y los datos de <i>T.</i> <i>punctulatus</i> de acuerdo al sexo (machos y hembras)..... | 51 |
| Apéndice 5. Correlación de los factores fisicoquímicos del agua y los datos de <i>T.</i> <i>punctulatus</i> de acuerdo a los diferentes estadios de madurez sexual..... | 52 |
| ANEXOS | 53 |
| Anexo 1. Datos de los parámetros fisicoquímicos del agua durante los periodos de octubre 2020 hasta abril 2021. | 53 |
| Anexo 2. Datos de <i>Trichomycterus punctulatus</i> , recolectados de la base de datos del proyecto canon minero..... | 54 |
| Anexo 3: Estadio de madurez sexual de acuerdo a las características macroscópicas de las gónadas de machos y hembras..... | 57 |

Lista de ilustraciones

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>T. punctulatus</i> | 7 |
| Tabla 2. Características macroscópicas y microscópicas de la gónada de machos y hembras de los Siluriformes. | 11 |
| Tabla 3. Fases de madurez gonadal de <i>T. punctulatus</i> a escala macroscópica. | 14 |
| Tabla 4. Longitud total de la especie life por cada mes de muestreo de los estanques de Salitre-Valle del Jequetepeque..... | 23 |
| Tabla 5. Datos de los pesos totales de cada especie life, durante los 5 meses de muestreos – estanque el Salitre, periodo 2020–2021..... | 24 |
| Tabla 6. Peso de las gónadas del life, durante los 5 meses de muestreos en el estanque el Salitre, periodo 2020–2021..... | 25 |
| Tabla 7. Variación del IGS según machos y hembras de la especie life en el estanque el Salitre -Cajamarca entre octubre-abril del 2020-2021..... | 25 |
| Tabla 8. Análisis de la maduración sexual de <i>Trichomycterus punctulatus</i> , durante octubre del 2020 hasta abril 2021. | 27 |
| Tabla 9. Variaciones mensuales de la temperatura del agua durante el proceso de madurez sexual de <i>T. punctulatus</i> , life, periodo 2020-2021..... | 28 |
| Tabla 10. Variaciones mensuales del pH del agua de los estanques durante el proceso de madurez sexual de <i>T. punctulatus</i> , life; periodo 2020-2021..... | 30 |
| Tabla 11. Variaciones mensuales del oxígeno disuelto del agua de los estanques durante la madurez sexual de <i>T. punctulatus</i> , life; periodo 2020-2021..... | 32 |
| Tabla 12. Variaciones mensuales de la conductividad del agua de los estanques durante la madurez sexual del life, periodo 2020-2021..... | 33 |
| Tabla 13. Correlación de la madurez sexual de <i>T. punctulatus</i> con la Temperatura, pH, OD y la conductividad del agua del estanque de El Salitre, valle del Jequetepeque..... | 35 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fotografía tomada a uno de los especímenes de la especie life, <i>T. punctulatus</i> del estanque el Salitre. | 8 |
| Figura 2. Distribución de la especie life en los 5 muestreos. | 22 |
| Figura 3. Incremento del IGS en hembras y machos de <i>T. punctulatus</i> | 26 |
| Figura 4. Variación de la temperatura (°C) del agua durante la maduración sexual de <i>T. punctulatus</i> , life. | 29 |
| Figura 5. Variación del pH del agua durante la maduración sexual de <i>T. punctulatus</i> , life. | 31 |
| Figura 6. Variación del oxígeno disuelto del agua durante el proceso de maduración sexual del life. | 33 |
| Figura 7. Variación de la conductividad del agua durante la madurez sexual de <i>T. punctulatus</i> , life. | 34 |
| Figura 8. Gráficos del análisis de componentes principales de acuerdo a los diferentes estadios de maduración sexual de <i>T. punctulatus</i> | 36 |

Lista de abreviaturas

IGS: Índice Gonadosomático

LT: Longitud Total

OD: Oxígeno disuelto

C.P: Centro Poblado

Glosario

Acuicultura

Es el cultivo de organismos acuáticos, en el cual hay una intervención durante el proceso de cría, con el fin de aumentar la producción, se desarrolla en armonía con el medio ambiente conservando la biodiversidad, con el uso óptimo de los recursos naturales; garantizando la propiedad individual o colectiva del recurso cultivado (Ley General de Acuicultura, artículo 6) (citado en Ramírez, Sandoval y Vicente, 2018).

Gónadas

Son los órganos reproductores de los peces en los que se forman los óvulos y espermatozoides (Diccionario de la Lengua Española, 2020).

Vitelogénesis

Proceso de formación de los materiales de reserva del citoplasma del huevo. Se produce cuando el ovocito alcanza el estadio de diploteno de la profase meiótica (Diccionario enciclopédico, 2009).

Índice Gonadosomático

También llamado coeficiente de madurez. Es un índice que relaciona el peso total del pez con el peso de la gónada y es un indicador de la actividad reproductiva (IMARPE, 2016).

Desove

Es la acción de verter los huevos y espermatozoides de los peces en su ambiente.

**PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES DE
SALITRE, EN LA MADUREZ SEXUAL DE *Trichomycterus punctulatus*,
(VALENCIENNES, 1846), LIFE, EN EL VALLE DEL JEQUETEPEQUE,
CAJAMARCA, PERIODO 2020-2021**

Resumen

El estudio de los parámetros fisicoquímicos del agua durante el proceso de maduración de *T. punctulatus* es de suma importancia, pues el control de estos parámetros nos puede asegurar la reproducción. **Objetivo:** Determinar la correlación de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad) del agua de los estanques en la madurez sexual de *T. punctulatus*, life, en el valle del Jequetepeque, periodo 2020-2021. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio correlacional, transversal y retrospectivo. En el cual, se registró todos los datos de interés del estanque del Centro Poblado El salitre obtenido del proyecto de canon minero “Obtención de semilla por reproducción inducida del life (*T. punctulatus*, Valenciennes, 1846) y cultivo intensivo en el valle del Jequetepeque, Cajamarca, Perú” entre los periodos de octubre del 2020 hasta abril del 2021, los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS, versión 26, el Software R y el programa Excel. **Resultados:** Entre el mes de octubre del 2020 hasta abril del 2021 en el estanque del C. P. El Salitre se muestrearon 99 especímenes de *T. punctulatus*, de los cuales 77 fueron hembras y 22 machos; la talla promedio que se pudo obtener durante este periodo fue de 17,55 cm, con un peso promedio de 45,75 g; el mayor Índice gonadosomático en hembras se obtuvo en el mes de enero con un promedio de 19,39%. Asimismo, la mayor parte de los especímenes de life se encontraban en el estadio de maduración y grávido. Además, la temperatura promedio del agua de los estanques durante la maduración sexual del life fue de 25,40 °C, con un pH promedio de 8,36; la concentración de oxígeno disuelto fue en promedio 9,18 (mg/l) y la conductividad fue en promedio 149,26 (µS/cm). Así como, la correlación que se pudo determinar mediante la prueba de Spearman, entre el estadio de madurez sexual de *T. punctulatus* con la temperatura y pH del agua fue significativa directa ($p < 0,05$), y la correlación con el oxígeno disuelto y la conductividad del agua fue inversa pero no fue significativa

($p > 0,05$). Por otra parte, durante el estadio maduro de *T. punctulatus* el peso de la gónada presentó una correlación negativa significativa ($p < 0,05$) con la temperatura, conductividad y el oxígeno disuelto, y durante el estadio de grávido el peso de la gónada estuvo correlacionado inversamente y significativamente ($p < 0,01$) con la conductividad y el pH. **Conclusiones:** Este estudio determinó que la madurez sexual de life de los estanques del C.P. El salitre tiene una correlación directa y significativa con la temperatura y el pH, pero con el OD y conductividad presentó una correlación inversa. Además, se determinó que durante los estadios de maduro y grávidos el peso de la gónada está muy correlacionado con la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua. Así mismo, se pudo determinar que *T. punctulatus* llega al punto más alto del grado de madurez cuando el pH del agua está más cercano al neutro y a una baja conductividad.

Palabras claves: *T. punctulatus* “life”, Madurez sexual, Índice Gonadosomático, factores fisicoquímicos.

Abstract

The study of the physicochemical parameters of water during the maturation process of *T. punctulatus* is of paramount importance, because the control of these parameters can ensure reproduction. **Objective:** To determine the correlation of physicochemical parameters (temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity) of pond water in the sexual maturity of *T. punctulatus*, life, in the Jequetepeque Valley, period 2020-2021. **Materials and methods:** A correlational, cross-sectional and retrospective study was conducted. In which, all the data of interest of the pond of the C.P. The Salitre obtained from the mining canon project "Obtaining seed by induced reproduction of life (*T. punctulatus*,

Valenciennes, 1846) and intensive cultivation in the Jequetepeque Valley, Cajamarca, Peru" between the periods of October 2020 to April 2021, the data were analyzed with the statistical package SPSS, version 26, the R Software and the Excel program. **Results:** Between October 2020 and April 2021 in the C. P. The Salitre, 99 specimens of *T. punctulatus* were sampled, of which 77 were females and 22 males; The average height that could be obtained during this period was 17.55 cm, with an average weight of 45.75 g; the highest gonadosomatic index in females was obtained in January with an average of 19.39%. Also, most of the life specimens were in the stage of maturation and gravid. In addition, the average water temperature of the ponds during the sexual maturation of the life was 25.40 °C, with an average pH of 8.36; the concentration of dissolved oxygen was on average 9.18 (mg/l) and the conductivity was on average 149.26 (µS/cm). Thus, the correlation that could be determined by Spearman's test, between the stage of sexual maturity of *T. punctulatus* with the temperature and pH of the water was significant direct ($p < 0.05$), and the correlation with dissolved oxygen and water conductivity was inverse but was not significant ($p > 0.05$). On the other hand, during the mature stage of *T. punctulatus* the weight of the gonad presented a significant negative correlation ($p > 0.05$) with temperature, conductivity and dissolved oxygen, and during the gravid stage the weight of the gonad was inversely and significantly correlated ($p < 0.01$) with conductivity and pH. **Conclusions:** This study determined that the sexual maturity of life of the ponds the C.P. The Salitre has a direct and significant correlation with temperature and pH, but with DO and conductivity it presented an inverse correlation. In addition, it was determined that during the mature and gravid stages the weight of the gonad is highly correlated with temperature, pH, dissolved oxygen and water conductivity. Likewise, it was determined that *T. punctulatus* reaches the highest point of maturity when the pH of the water is closer to neutral and low conductivity.

Keywords: *T. punctulatus* "life", Sexual maturity, Somatic Gonad Index, physicochemical factors.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pescado proveniente de la acuicultura en el 2018 alcanzó 82,1 millones de toneladas; así mismo, la contribución de la misma en la producción fue de un 46,0% ese mismo año, además la acuicultura continental produjo la mayor parte de pescado cultivado en agua dulce que representa un 62,5% de la producción mundial (FAO, 2020).

En el Perú la acuicultura se ha convertido en una actividad de gran potencial en los últimos años, debido a la gran cantidad de recursos hidrobiológicos que existen, con un promedio anual de 12% en el periodo 2006-2017 (Ramírez, Sandoval y Vicente, 2018), y el crecimiento en promedio anual en los últimos 10 años (2009-2019) ha sido del 13% (COMEXPERU, 2021). Entre las principales producciones acuícolas tenemos, el cultivo de peces, que constituye una alternativa para aminorar la demanda de este recurso natural, en especial de aquellas especies con un mayor valor comercial. Por el cual, se busca intensificar la producción de estos, pero tomando en cuenta el cuidado del ambiente.

El éxito de la actividad piscícola depende de un buen manejo del agua, la calidad genética de la especie, la alimentación, estricta sanidad; sin embargo, la calidad del agua es de mayor importancia para el desarrollo óptimo de la especie a cultivar, pues cualquier característica de esta puede afectar el comportamiento, la reproducción, el crecimiento,

los rendimientos; además, de la producción primaria y el manejo de las especies (Rodríguez y Anzola, 2001; Ríos, 2021).

T. punctulatus, life, se ha convertido en una especie con alto potencial para su cultivo, ya que soporta condiciones adversas presentadas en su medio, además de ser una de las especies muy requerida en los mercados por la calidad, sabor y potencial nutritivo de su carne (Suárez y delgado, 2018). Así mismo, se conoce muy poco sobre la madurez sexual de dicha especie, la cual es una desventaja para los productores, quienes pretenden en un futuro generar semillas y así evitar la extracción directa de los ríos, con lo cual ocasionaría que las poblaciones de life vayan en decremento y los tamaños de captura sean cada vez más pequeños, alcanzando el tamaño mínimo de reproducción y así poniendo en peligro a la especie. En ese sentido, se ha determinado que cuando una especie comienza a ser cultivada, disminuye la presión de la pesca de su medio natural y así pueden aumentar las poblaciones (Diana, 2009).

Este trabajo de investigación se basó en el análisis de los datos de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad) del agua de los estanques del Centro Poblado El Salitre, en el Distrito de Tantarica y Provincia de Contumazá, en el transcurso del valle del Jequetepeque, durante la madurez sexual de la especie life. Además, se determinó la correlación que existió con cada uno de los parámetros del agua donde fueron cultivados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación que realizaron Collazos y Arias (2009), evaluaron la respuesta reproductiva de *Ancistrus triradiatus* maduros en condiciones de cautiverio mediante estímulos de cambio brusco de conductividad del agua, para lo cual contaron con tratamientos: tratamiento 0 (T0) de control con un valor en el cual maduran sexualmente los peces (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y los tratamientos del 1 al 5 fueron inferiores al control: T1 = 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T2= 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T3= 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T4= 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y T5= 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los tratamientos del 6 al 9 fueron superiores al control de la siguiente manera: T6: 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$; T7: 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y T8: 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este tratamiento se hizo con seis replicas y cada replica consistentes en un acuario de 40 L, en cada replica se colocaron una hembra (peso $7 \pm 0,2$ g y longitud total $8 \pm 0,2$ cm) y un macho (peso $10,7 \pm 0,3$ g y longitud total $14,1 \pm 0,2$ cm) durante 5 días. Logrando respuesta de desove a las $24,6 \pm 1,3$ h a $26,5 \pm 0,4$ °C y el tratamiento con más repuesta de desove fue T5 (66,7%) mayor y diferente ($p < 0,05$) al T4 (33,3 %) y T0, T2 y T3 (16,7 %), no se observó ninguna respuesta en los otros tratamientos. Concluyendo que la conductividad más eficiente para el desove de *A. triradiatus* es 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Meza y Sepúlveda (2012), investigaron los efectos de la conductividad eléctrica y el nivel del agua en la reproducción de *A. triradiatus*, cucha xenocara, los reproductores fueron obtenidos del medio natural y se los adaptó a condiciones de cautiverio durante 3

semanas. Para el experimento se tuvo en cuenta la proporción sexual 1:2 (machos-hembras) y la densidad. Realizaron 6 tratamientos experimentales, cada uno con repetición, T0-Control (0 μ S/cm y 15 cm), T1 (5 μ S/cm y 15 cm), T2 (5 μ S/cm y 30 cm), T3 (10 μ S/cm y 15 cm), T4 (10 μ S/cm y 30 cm) y T5 (0 μ S/cm y 30 cm). No se encontró diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos sobre las variables peso, longitud y factor de condición; sin embargo, la evaluación individual de nivel de agua y la conductividad se encontró efecto significativo ($P\leq 0.05$). Durante el periodo experimental se obtuvieron 5 desoves en tres tratamientos: T0 (12,5%), T3 (25%) y T5 (25%), observándose que los cambios de conductividad y el nivel del agua son posibles determinantes para la reproducción de dicha especie permitiendo su maduración, ovulación y desove

En el estudio realizado por Nowosad *et al.* (2014), buscaron determinar el efecto de la temperatura del agua sobre la efectividad de la reproducción artificial de la especie *Cyprinidae (Leuciscus leuciscus (L.))*, dace, en condiciones de laboratorio y de campo. En el laboratorio se manejó a tres rangos de temperatura: 9.5, 12 y 14.5 °C (± 0.1 °C) y en campo con temperaturas de 11.0 ± 0.3 °C y 13.2 ± 1.4 °C. Demostrando que la reproducción de dace es posible en todos los rangos de temperatura y se puede lograr una tasa del 85% de supervivencia embrionaria, además se descubrió que es muy sensible a los cambios rápidos de temperatura, incluso si están dentro de los rangos óptimos, generando efectos adversos sobre el resultado del proceso reproductivo, disminuyendo el porcentaje de hembras reproductoras, el índice pseudo-gonadosomático (PGSI) y la tasa de supervivencia del embrión.

Mientras tanto, García *et al.* (2014), evaluaron el efecto de dos rangos de pH del agua durante seis meses (T1: 5.5 – 5.8 y T2: 7.0 – 7.5), sobre el crecimiento y proporción de oocitos a nivel histológico en hembras adultas de *Paracheirodon axelrodi*, para establecer si este parámetro afecta el desarrollo gonadal y crecimiento. Según los resultados obtenidos, los rangos de pH no afectaron los porcentajes de los tipos de oocitos perinucleolar, alveolo cortical, vitelogénicos en la etapa inicial y tardía, ni en los oocitos en desarrollo de atresia, pero si favorecieron el crecimiento. Con los resultados obtenidos concluyen que las condiciones a las que fueron sometidas la especie *P. axelrodi*, permitió mantener hembras con un estado de madurez avanzado durante seis meses.

Es la investigación realizada por Palacios, Rosales y Rabinovich (2015), determinaron el efecto del fotoperiodo y la temperatura sobre la maduración y la reproducción de la especie *Cynoscion phoxocephalus* (corvina cherela) en condiciones controladas, en donde se evaluó mensualmente en comparación al grado de madurez de los ovocitos mediante la técnica de la biopsia ovárica. Llegando a comprobar que la excesiva cantidad de horas de oscuridad asociada a una baja temperatura puede afectar el desarrollo de la vitelogénesis, encontrándose los ovocitos inmaduros. En cambio, cuando se evaluó la temperatura se determinó que afectó el desarrollo de los ovocitos de manera directa, observándose que a temperaturas altas hay mayor desarrollo y maduración, lo contrario ocurre a bajas temperaturas en donde se encontró un menor porcentaje de ovocitos desarrollados. De acuerdo, a los resultados obtenidos concluyeron que el desarrollo de los ovocitos está muy relacionados a las variaciones de los parámetros evaluados.

Por otra parte, Ki y Lee (2018), investigaron el ciclo reproductivo anual del bagre *Silurus microdorsalis*, endémica de Corea, se examinó histológicamente con respecto a la temperatura del agua y duración del día del hábitat, el índice gonadosomático (GSI) y las características de las gónadas. Obteniéndose el máximo valor de GSI en mayo, 1.23 ± 0.33 y 11.7 ± 3.23 para machos y hembras respectivamente, a una temperatura del hábitat de $21.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ / 13.59 horas de duración del día y el nivel mínimo fue de 0.63 ± 0.10 en los meses de junio y julio ($26.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ /14.17) para machos y 1.36 ± 0.08 en el mes de octubre ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$ / 11.2 h) para hembras, además clasificaron el ciclo reproductivo anual del bagre en cinco etapas: fase de crecimiento (diciembre-febrero), fase madura (marzo-abril), fase madura y de desove / fase de liberación en machos (mayo-junio) , Fase degenerativa (julio-agosto) y Fase de reposo (septiembre-noviembre).

Chura, Anahua y Ninarahui (2018), evaluaron la época reproductiva de la especie *Trichomycterus dispar*, mauri, mediante el indicador macroscópico del índice gonadosomático (IGS) y la longitud promedio de madurez sexual, para ello se evaluaron 1849 individuos en cuatro zonas del lago Titicaca, recolectados de la pesca comercial en un muestreo aleatorio estratificado. Encontrándose hembras sexualmente maduras durante todo el periodo de estudio. El IGS presentó fluctuaciones que señala un desove por un periodo extenso, con una mayor intensidad de agosto a noviembre y la longitud de primera maduración sexual (LPMS) para hembras fue en 12.1 cm de longitud total (Lt), con intervalo de confianza (IC) entre 11.8 y 12.3 cm de Lt.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Taxonomía

La taxonomía de la especie life se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *T. punctulatus*.

| | |
|-------------|--|
| Reino | Animalia. |
| Filo | Chordata. |
| Clase | Osteichthyes. |
| Super orden | Ostariophysi. |
| Orden | Siluriformes. |
| Familia | Trichomycteridae. |
| Género | Trichomycterus, Valenciennes 1833. |
| Especie | <i>Trichomycterus punctulatus</i> (Valenciennes, 1846) |

Esta clasificación taxonómica se hace de acuerdo a Ortega y Vari (1986) y Joseph, Terry y Mark (2016).

2.2.2. Descripción morfológica

El orden Siluriforme es conocido como bagre o pez gato, por poseer un número variable de barbillas o bigotes en torno a la boca, el mentón o las aperturas nasales, con un cuerpo desnudo (sin escamas) o algunas especies poseen escamas total o parcialmente (Werlinger, 2004; Jiménez-Segura *et al.*, 2014).

La familia Trichomycteridae, se caracteriza por presentar un par de barbicelos, piel cubierta por mucus (sin escamas) y no presentar espinas en las aletas pectoral y dorsal (Jiménez-Segura *et al.*, 2014).

T. punctulatus (figura 1), posee un cuerpo alargado, sin escamas, con manchas pardas redondeadas en casi su totalidad, robusto, casi cilíndrico, comprimido en la parte posterior; y la cabeza es de forma triangular, deprimida; con una boca moderada subterminal inferior, con varias series de dientes cardiformes muy pequeños, además tiene 3 pares de barbillas: un par en cada ángulo de la boca y un par de barbillas nasales. Opérculo con espinas, este carácter está ligado a su forma de vida; sin aleta adiposas, (Sifuentes, 2017).



Figura 1. Fotografía tomada a uno de los especímenes de la especie life, *T. punctulatus* del estanque el Salitre.

2.2.3. Comportamiento

La familia Trichomycteridae, posee hábitos nocturnos, durante el día se esconde en fondos pedregosos, en cuevas, troncos y vegetación ribereña de las quebradas o ríos medianos con baja corriente o ríos torrenciales (Jiménez-Segura *et al.*, 2014; Sifuentes, 2017). Así mismo, el género *Trichomycterus* posee hábitos bentopelágicos, es un depredador situado en la cima de la cadena trófica (Romero y Vera-Mesones, 2011; Vera *et al.*, 2013).

2.2.4. Hábitat

T. punctulatus, habita a lo largo de la vertiente occidental de los Andes del Perú, en la mayoría de los ríos de la costa norte, principalmente en las cabeceras de las cuencas de la

vertiente occidental, es considerado una especie de altura que llega a más de 4000 msnm, pero también llega a la parte baja de los ríos de la costa (Sifuentes, 2017). Prefiere vivir en aguas corrientes con abundante vegetación, poco profundas (0.5 m) con escasa velocidad, o también es posible encontrarlo en ríos con un fuerte caudal entre las piedras, sosteniéndose con la ayuda de las espinas operculares (Jiménez-Segura *et al.*, 2014).

2.2.5. Hábitos alimenticios

T. punctulatus se le puede caracterizar como un pez omnívoro con preferencias carnívoras, constituida por un alimento básico de insectos, y alimento secundario por microalgas, detritus, y fanerógamas, con un alimento ocasional de nemátodos, peces, microcrustáceos, entre otros vertebrados (Alvitres y Chang, 1990). Durante la época seca consume principalmente insectos de las familias Chironomidae (Díptera), Hydropsychidae (Trichoptera) y Leptohyphidae (Ephemeroptera), en tanto en la época húmeda se alimenta de individuos de las familias Chironomidae y Elmidae (Vera *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2015).

2.2.6. Biología reproductiva

2.2.6.1. Sistema reproductor

El aparato reproductor de peces es extremadamente variable a diferencia del resto de vertebrados y tiene vital importancia, ya que la mayoría de los peces se reproducen más de una vez, en la reproducción los machos y hembras tienden a liberar al agua los gametos (espermatozoides y huevos respectivamente) (Pereira *et al.*, 2017; Rodríguez *et al.*, 2020).

a. Testículos

La gónada de los peces machos es un órgano par, alargado unido a la pared dorsal de la cavidad celómica. Algunas especies de Siluriformes tienen testículos con flecos con células de linaje espermatogénico a lo largo de los testículos, mientras otras poseen una región caudal con vesículas seminales (López *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2014). Histológicamente los testículos de los peces presentan compartimentos tubulares e intersticiales, y el compartimento tubular está compuesto por células germinales y de Sertoli soportadas en la membrana basal (Santos *et al.*, 2014).

b. Ovario

El ovario de los Siluriformes es un órgano par en forma de sacos alargados, unidos a un mesovario, su posición es dorsal respecto al intestino y ventral a los riñones. Se fusionan formando un oviducto que desemboca en el poro urogenital ubicado posterior al ano (Manriquez *et al.*, 1988). El crecimiento primario empieza con la proliferación de orgánulos en el ooplasma del ovocito, diferenciación del núcleo vitelino, aparición de la zona pelúcida y la aparición de los alveolos corticales dispersos en el ooplasma y el crecimiento secundario implica la vitelogénesis (Jalabert, 2005; Grier, Neidig y Quagio-Grassiotto, 2017).

Los ovocitos maduros de los Siluroideos son en su mayoría esféricos, demersales, con un diámetro de 1-4 mm y carecen de glóbulos aceitosos, con una coloración del vitelo generalmente de color amarillo, anaranjado o café pálido (Manriquez *et al.*, 1988).

2.2.6.2. Desarrollo gonadal de los Siluriformes

Es la progresión o avance de la maduración de las gónadas, que se describe sistemáticamente identificando cada estadio, Tabla 2.

Tabla 2. Características macroscópicas y microscópicas de la gónada de machos y hembras de los Siluriformes.

| Etapas | Machos | Hembras |
|------------------------------------|--|---|
| Descanso | Los testículos están reducidos y discretos, las paredes de los túbulos seminíferos están compuestos por células de Sertoli y espermatogonias mientras que la luz está cerrada. | El ovario se observa translúcido, blanquecino y ocupando alrededor de un 25 % de la cavidad pleuroperitoneal, con poca vascularización evidente, están presentes la ovogonia, ovocitos perinucleares iniciales, perinucleares avanzados y la túnica albugínea gruesa. |
| Maduración/ Preparación | Testículo es de color blanco lechoso, además están presentes quistes de células de linaje en diferentes etapas de | Las gónadas aumentan de tamaño ocupando aproximadamente el 50 % de la cavidad pleuroperitoneal, toman |

desarrollo. La luz de los túbulos seminíferos de la región craneal tiene cantidades variables de espermatozoides, mientras que la región caudal presenta pequeñas cantidades de secreción acidófila

la coloración amarillenta; además, en esta etapa empieza los procesos de vitelogénesis y se encuentran los primeros ovocitos maduros

**Maduro/
Predesove**

Testículos de color blanco lechoso, la luz de los túbulos seminíferos y los conductos se encuentran llenas de espermatozoides y la luz de los túbulos de las franjas caudales está llena de secreción acidófila

El ovario ocupa la mayor parte de la cavidad pleuroperitoneal, presentan aspectos granulares y de coloración verde oscuro. Los ovocitos inmaduros disminuyen en un 56,7% y los ovocitos vitelogénesis aumentan en un 7,4 % variando el diámetro entre 1,51 y 2,0 mm.

| | | |
|---|--|---|
| Parcialmente espermiado/desove | <p>Los testículos aún mantienen la coloración blanco lechoso, la luz de los túbulos seminíferos es amplia con cantidades pequeñas de espermatozoides y los conductos seminíferos están parcialmente vacíos</p> | <p>La gónada ocupa en su totalidad la cavidad pleuroperitoneal, el aspecto granular se hizo más evidente y la coloración amarilla persiste. Los ovocitos en vitelogénesis aumentan.</p> |
| Totalmente espermiado/postdesove | <p>Los túbulos seminíferos y los conductos espermáticos poseen luz abierta con espermatozoides residuales. Además, las células del linaje comienzan a reorganizarse en quistes en la pared de los túbulos y la secreción acidófila residual esta aún presente en los túbulos de la región caudal</p> | <p>Los ovarios presentan un volumen reducido y flácido, con ovocitos aún visibles. Además, están presentes ovocitos vitelogénicos y folículos postovulatorios.</p> |

Fuente: Manriquez *et al.* (1988) y dos Santos *et al.* (2019).

2.2.6.3. Madurez sexual

La madurez sexual se designa como el grado de madurez de los ovarios y testículos de los peces, estos llegan a ser sexualmente maduros cuando las gónadas empiezan a desarrollarse generando cambios que terminan con la presencia de óvulos y espermatozoides, esto se evidencia mediante cambios morfológicos que a simple vista pueden ser detectados, según Tresierra y Culquichicón (citado en Anahua, 2017).

a. Fases de madurez gonádica o gonadal

El desarrollo gonadal de los órganos sexuales se puede determinar mediante observaciones macroscópicas, examinando tamaño, color y forma de la gónada y se clasifica de acuerdo a las claves de madurez sexual, tabla 3 (Espino *et al.*, 2008).

Tabla 3. Fases de madurez gonadal de *T. punctulatus* a escala macroscópica.

| Fases | Descripción macroscópica |
|------------------------------------|---|
| I (Virgen) | Los ovarios y testículo son transparentes, llegan a ocupar la cuarta parte de la cavidad abdominal. Los ovarios presentan forma cilíndrica y el testículo es de forma deprimida. |
| II (En desarrollo o maduración) | Los ovarios y el testículo llegan a ocupar la mitad de cavidad corporal. No se observan óvulos a simple vista. |
| III (Maduro) | Los ovarios y el testículo ocupan las dos terceras partes de la cavidad abdominal, los ovarios son de color verde petróleo, en donde se pueden observar oocitos opacos. En cambio, el testículo es de color blando. |

| | |
|-----------------|--|
| IV (Grávido) | Los ovarios y el testículo ocupan más de la mitad de la cavidad abdominal. El ovario llega a tener un color verde brillante, en donde se puede observar oocitos translúcidos, el testículo es de color blanco cremoso. |
| V (Desovado) | Los ovarios y es testículo están contraídos. |

Fuente: Tresierra *et al.* (1987).

2.2.7. Calidad del agua en piscicultura

El agua usada en piscicultura puede tener diferentes orígenes, tales como: ríos, quebradas, lagunas, entre otras. Las cuales poseen distintas propiedades físicas, químicas y biológicas que pueden cambiar en el tiempo y son muy importantes en la producción. Entre las principales propiedades fisicoquímicas que se deben controlar son la temperatura, oxígeno disuelto, pH, dureza, alcalinidad, amonio, nitritos y fosfatos. Al evaluar estos parámetros se pueden tomar acciones correctivas con el fin de mantener la calidad del agua dentro de los parámetros requeridos por la especie cultivada (Borges, 2015; Equipo Hanna, 2019).

2.2.8. Parámetros fisicoquímicos del agua

2.2.8.1. Temperatura

Es uno de los factores más importantes que afecta los procesos de vida de los organismos (Nowosad *et al.*, 2014). Los peces son muy sensibles a la temperatura y sus fluctuaciones, pues ellos dependen en gran parte a su entorno donde viven, los cambios de temperatura pueden acelerar o retrasar la maduración de los gametos, el

tiempo del desove, la calidad y tamaño de los huevos; así como también, afectar el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las larvas, juveniles y adultos (Burt, Hinch y Patterson, 2011; Targońska *et al.*, 2014; Rodríguez, 2017; Vidal *et al.*, 2020). Los rangos óptimos de temperatura durante el desarrollo del life es de 20 – 28 °C en piscicultura de aguas cálidas (López y Lora, 2013).

2.2.8.2. pH

El pH mide la alcalinidad o la acidez del agua y nos muestra la concentración de iones de hidrógeno presentes. Los valores muy altos o bajos conducen a la muerte de los peces, valores inferiores a 7 puede afectar las branquias cubriéndolas de moco y en algunos casos llega a destruir el epitelio, generando problemas respiratorios; y los valores superiores a 7 incrementa la toxicidad del amonio, y puede llegar a causar la muerte, así mismo en ambas condiciones tanto ácidas como alcalinas causan problemas de crecimiento, metabolismo y reproducción (Rodríguez, 2017; Equipo Hanna, 2019). El agua de los estanques es más productivo si se encuentra en niveles cercanos al neutro entre 6.5 – 8.5 de pH (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, 2010; Pereyra, 2013).

2.2.8.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno presente en los estanques es el indicador de la calidad del agua y el buen mantenimiento; es el más crítico dentro de los factores de calidad, ya que si no se mantiene en los niveles apropiados puede llegar afectar a los peces (Pereyra, 2013). El oxígeno disuelto puede provenir del oxígeno atmosférico y de la actividad fotosintética de los organismos que están presentes y los dos generan un balance

dinámico en el oxígeno del agua. Además, se relaciona con otros factores como la aeración (Tecnológica), la temperatura, densidad y momento del día (Rodríguez, 2017).

Si el nivel de oxígeno cae por debajo de los rangos normales, los peces tienden a subir a la superficie para tomar oxígeno atmosférico, este comportamiento es fácil de identificarlo entre 5-7 am, pues casi todos lo hacen al mismo tiempo (Pereyra, 2013). Es importante distinguir problemas de anoxia en un vivero, observando el cambio de color de las aguas de verde a marrón, los peces se encuentran en la superficie o se concentran cerca de la entrada del agua y también suelen dejar de alimentarse (Borges, 2015).

2.2.8.4. Conductividad

La capacidad que tiene el agua para conducir energía eléctrica la proporciona las sustancias disueltas en ella; la conductividad es una de las mejores medidas de la riqueza del agua y está dada por los iones disueltos en ella. La gran parte de los minerales disueltos se originan por el contacto del agua con el suelo y las rocas, se menciona que la composición de estos minerales disueltos en el agua es por el clima, la geología local, topografía y la biota del agua. Entre los iones tenemos al calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros (Jiménez y Barba, 2000; Pereyra, 2013).

2.2.9. Alteración en el proceso reproductivo de peces

- Las condiciones ambientales inadecuadas como el mal manejo de los parámetros fisicoquímicos del agua, la alimentación y el estrés del cultivo son captadas por el organismo y transformadas en señales nerviosas que activan

o inhiben la producción hormonal afectando el proceso reproductivo (Gil, 2008; Valdebenito, 2008).

- Ausencia de desarrollo gonadal: algunas especies en condiciones de cultivo no logran desarrollar la vitelogénesis, así como tampoco la espermatogénesis.
- Ausencias de la maduración final de los oocitos: Es uno de los problemas más comunes que se da en las especies de interés comercial para la acuicultura. Las hembras simulan iniciar el proceso de vitelogénesis, pero al inicio de la estación de puesta los oocitos postvitelogénicos detienen su maduración final y se transforman en atrésicos.
- Ausencia de desove: Las especies que tienen este problema pueden desarrollar con normalidad la vitelogénesis, la maduración final de los oocitos y la ovulación, pero no son capaces de realizar la puesta. La viabilidad de los oocitos mientras está en la cavidad abdominal depende de la temperatura, esto es muy variable de una especie a otra.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1. Revisión de formatos de muestreos de campo.

Se procedió a la revisión de cada uno de los registros de recolección de datos de los muestreos que se realizó desde octubre del 2020 hasta abril del 2021 en los estanques del C.P. EL Salitre, Distrito de Tantarica, Provincia de Contumazá, en el transcurso del Valle del Jequetepeque, de forma muy minuciosa y se colectaron solo datos de interés para la investigación, los datos del life, tales como: talla, peso total, peso gónadas y las

características macroscópicas de las gónadas tanto de machos y hembras, así como también los parámetros fisicoquímicos del agua del estanque y fueron registrados en una ficha en el programa Excel, para evitar pérdida de datos, ver anexo 1 y 2.

3.2. Diseño estadístico para determinar la variación de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua del estanque.

Para determinar la variación de estos parámetros se procedió a sacar promedios por semana, para luego registrar 4 datos mensuales y 28 datos de los 7 meses, esto se hizo para la temperatura, pH, oxígeno disuelto y la conductividad del agua. Además, se obtuvo un valor mínimo, máximo y la desviación estándar por cada mes y otra por los 7 meses juntos, estos datos fueron obtenidos con el programa SPSS, Versión 26.

3.2.1. Media aritmética: Es una medida de tendencia central.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

3.2.2. Desviación estándar: Es una medida de dispersión

$$s_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

3.3. Determinación del grado de madurez de las gónadas de *T. punctulatus*.

Se determinó mediante la fórmula del índice gonadosomático, mediante los datos del peso total y el peso de la gónada del life, para cada espécimen que fueron colectados en las diferentes campañas de muestreo (IMARPE, 2016).

$$IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$$

Donde: PG es el peso de la gónada (g), PT el peso total (g) de cada espécimen.

Además, se sacaron promedios del grado de madurez por cada campaña de muestreo, así como también valores mínimos y máximos.

3.4. Determinación del estadio de madurez sexual

Se determinó el estadio de madurez sexual del life de acuerdo a las observaciones de las características externas de las gónadas, ver anexo 3, tales como: el tamaño, color y aspecto y de acuerdo a eso se clasificó mediante la tabla de claves de maduración del life, propuesta por Tresierra *et al.* 1987. Además, en el programa SPSS a cada estadio de maduración se le asignó un número, ver apéndice 1.

3.5. Correlación de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua con la madurez sexual del life

Para contrastar la hipótesis planteada en el proyecto se hizo uso de la estadística inferencial mediante el programa SPSS con la cual, se realizó la correlación de cada parámetro fisicoquímico con la madurez sexual mediante la prueba de correlación de Rho

de Spearman, unilateral; la cual fue usada porque se tenía una variable cualitativa ordinal, que es el estadio de maduración sexual de la especie life y la otra una variable cuantitativa en el caso de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad del agua. Además, se usó el método estadístico análisis de componentes principales en el Software R, para determinar la agrupación de los datos de *T. punctulatus* y los factores fisicoquímicos del agua.

La correlación de Spearman nos permitió determinar si existía correlación directa o inversa lineal entre las dos variables.

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde:

r_s : Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

D: Diferencia entre los rangos (x-y)

N: Número de datos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1 Resultados de la estadística descriptiva de la especie life.

La distribución del life durante las 5 campañas de muestreo en la piscigranja del C.P. El Salitre, fue de 77 hembras y 22 machos.

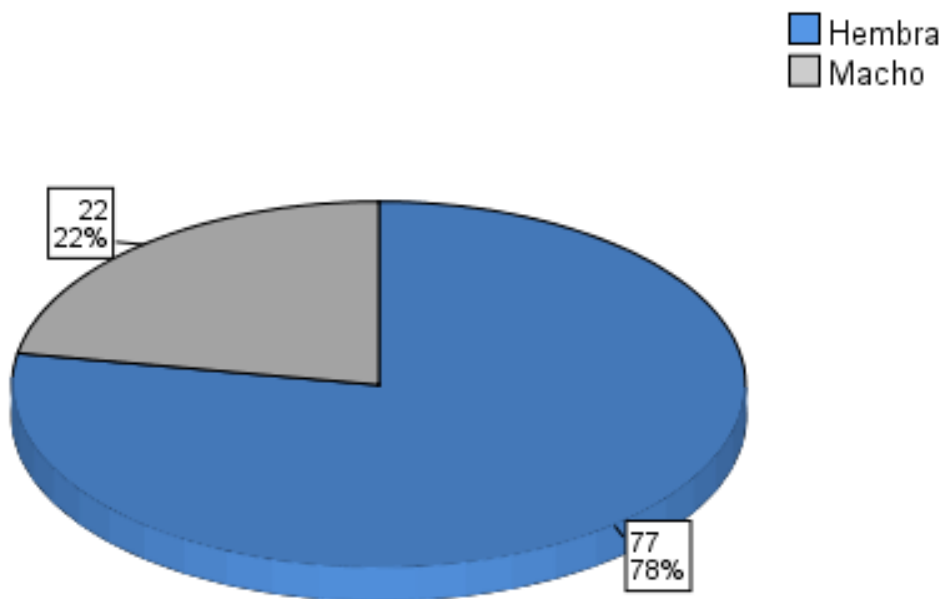


Figura 2. Distribución de la especie life en los 5 muestreos.

Fuente: Datos obtenidos de la base de datos del proyecto de canon minero “Obtención de semilla por reproducción inducida del life (*T. punctulatus*, Valenciennes, 1846) y cultivo intensivo en el valle del Jequetepeque, Cajamarca, Perú”.

Tabla 4. Longitud total de la especie life por cada mes de muestreo de los estanques de Salitre-Valle del Jequetepeque.

| Mes | N° | Media | Desviación estándar | Mínimo (cm) | Máximo (cm) |
|----------------|----|-------|---------------------|-------------|-------------|
| Octubre | 20 | 14,63 | ±0,48 | 14 | 15,50 |
| Diciembre | 20 | 16,03 | ±0,44 | 15,50 | 17 |
| Enero | 20 | 17,45 | ±0,31 | 17 | 18 |
| Marzo | 20 | 18,78 | ±0,47 | 18 | 19 |
| Abril | 19 | 21,05 | ±1,18 | 19,50 | 24 |
| Promedio total | | 17,55 | ±2,30 | 16,8 | 18,7 |

Los datos analizados durante los 5 periodos nos muestran que la longitud total promedio de la especie life, ver tabla 4, fue de 17,55 cm; sin embargo, este promedio podría variar en $\pm 2,30$. Además, la talla máxima que se pudo obtener fue de 24 cm y la talla mínima de 14 cm.

T. punctulatus, se ha adaptó fácilmente al cultivo en el estanque natural del C.P. El salitre, distrito de Tantarica, pues los datos de la tabla 4, nos muestra que se llegó a obtener peces grandes en comparación a otros estudios hechos por López y Lora (2020), quienes mediante el sistema de cultivo Intensivo con recirculación llegaron a obtener especímenes de 11,801 cm; en otro estudio realizado por Vega (2021), mediante el mismo sistema llegó a obtener una mayor longitud de 11, 36 cm. Esto es un gran avance para los piscicultores quienes buscan que los peces que están cultivando sean de pesos considerables.

Tabla 5. Datos de los pesos totales de cada especie life, durante los 5 meses de muestreos – estanque el Salitre, periodo 2020–2021.

| Mes | N° | Media | Desviación estándar | Mínimo (g) | Máximo (g) |
|----------------|----|-------|---------------------|------------|------------|
| Octubre | 20 | 31,10 | ±5,82 | 21,4 | 46 |
| Diciembre | 20 | 38,12 | ±8,51 | 24,6 | 62 |
| Enero | 20 | 43,48 | ±4,80 | 35 | 52,5 |
| Marzo | 20 | 50,36 | ±6,64 | 34 | 68,2 |
| Abril | 19 | 66,67 | ±12,29 | 50 | 92 |
| Promedio total | | 45,74 | ±14,4 | 33 | 64,14 |

En la tabla 5, los datos analizados de los pesos del life durante los 5 muestreos nos muestran que en promedio llegaron a pesar 45,74 g, con una desviación estándar de ± 14.4 .

Así mismo, el peso mínimo que se obtuvo fue de 21,4 g y un máximo de 92 g.

Este peso promedio es mayor a los datos obtenidos por López y Lora (2020), quienes solo llegaron a obtener peces de pesos promedio a 18 g; en el estudio realizados por Vega, (2021), obtuvo un peso mucho menor con 14,64 g. Estos pesos promedios ayudan a que los piscicultores generen más ingresos, pues ellos pueden venderlos a mejor precio en el mercado.

Tabla 6. Peso de las gónadas del life, durante los 5 meses de muestreos en el estanque el Salitre, periodo 2020–2021.

| Mes | N° | Media | Desviación estándar | Mínimo (g) | Máximo (g) |
|----------------|----|-------|---------------------|------------|------------|
| Octubre | 20 | 3,935 | ±2,45 | 0 | 7,4 |
| Diciembre | 20 | 5,2 | ±4,21 | 0 | 12 |
| Enero | 20 | 6,84 | ±3,72 | 0 | 10,8 |
| Marzo | 20 | 8,07 | ±3,91 | 0 | 13,2 |
| Abril | 19 | 11,83 | ±4,05 | 0 | 19,7 |
| Promedio total | | 7,13 | ±4,54 | 0 | 12,62 |

En la tabla 6 nos muestra los resultados obtenidos de los pesos de la gónada del life, el promedio de los 5 muestreos fue de 7,13 g, con una desviación estándar de $\pm 4,54$; además, en cada muestreo se obtuvieron pesos de 0 g en machos como mínimo y un máximo de 19,7 g.

Tabla 7. Variación del IGS según machos y hembras de la especie life en el estanque el Salitre -Cajamarca entre octubre-abril del 2020-2021.

| Total | Hembra -IGS (%) | | | Macho-IGS (%) | | |
|-----------|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------|---------------|
| Mes | N° | Min-Max | \bar{X} (%) | N° | Min-Max | \bar{X} (%) |
| Octubre | 14 | 6,30-23,70 | 15,98 | 6 | 0-21,76 | 5,25 |
| Diciembre | 12 | 13,27-24 | 18,82 | 8 | 0-27,22 | 4,06 |
| Enero | 16 | 15-22,05 | 19,39 | 4 | 0-0,48 | 0,12 |
| Marzo | 17 | 10,41- 25,29 | 18,79 | 3 | 0-0 | 0 |
| Abril | 18 | 14,63-23,13 | 18,57 | 1 | 0-0 | 0 |

Como resultado obtenido del Índice Gonadosomático, tabla 7; se pudo determinar que las hembras desde el mes de octubre hasta marzo se observa un aumento en el desarrollo gonadal, ver figura 3, en el mes siguiente se observa un ligero descenso y el máximo grado de madurez en hembras de life se dio en el mes de enero llegando a un promedio de 19,39%; en cambio el IGS en la mayoría de los machos que fueron muestreados se encontraban en un grado 0%, pues los testículos de estos peces se encontraban contraídos, solo en el mes de diciembre se pudo obtener un macho con un IGS de 27,22%; este dato es incluso mayor al de las hembras.

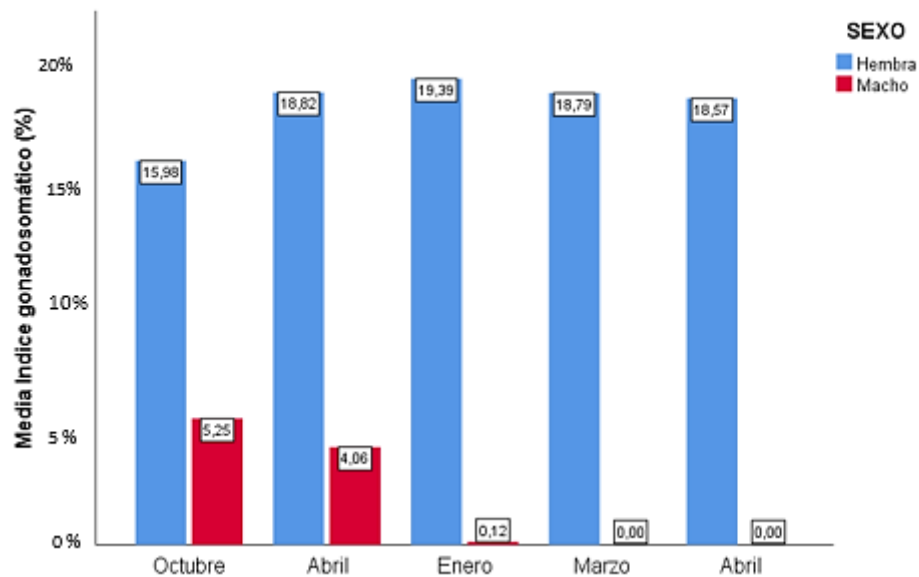


Figura 3. Incremento del IGS en hembras y machos de *T. punctulatus*.

Tabla 8. Análisis de la maduración sexual de *Trichomycterus punctulatus*, durante octubre del 2020 hasta abril 2021.

| | | ESTADIO DE MADURACIÓN | | | |
|-------|---------------------------------|-----------------------|-------|----------------------|------------|
| | | Hembra | Macho | Nº de especímenes | Porcentaje |
| Fases | Grávido | 55 | 2 | 57 | 57,6 |
| | Desovado | 3 | 19 | 22 | 22,2 |
| | Maduro | 15 | 0 | 15 | 15,2 |
| | En desarrollo o recuperación | 4 | 1 | 5 | 5,1 |
| | Total | 77 | 22 | 99 | 100,0 |

Durante el periodo de octubre del 2020 hasta abril del 2021 la mayor parte de las hembras de *T. punctulatus*, se encontraron en el estadio de grávidos, solo se obtuvieron 2 machos en este estadio, las características de los ovarios y el testículo era que ocupaban casi toda la cavidad abdominal, el color característico de los ovarios durante esta fase es verde brillante y el testículo de color blanco cremoso (Anexo 3). Además, se obtuvieron 15 especímenes de hembras maduras, no se encontraron machos en este estadio, en donde se pudieron observar que los ovarios llegaban a ocupar las dos terceras partes de la cavidad abdominal y eran de color verde petróleo. En el estadio de desarrollo o recuperación se encontraron 4 hembras y 1 macho, las características macroscópicas de los ovarios y testículo es que solo ocupan la mitad de la cavidad abdominal. Y en el estadio de desove se encontraron 19 machos y solo 3 hembras, en el que los ovarios y el testículo estaban contraídos. Durante este periodo todos los lifes estaban entrando en el proceso de madurez sexual, pues no se encontraron especímenes vírgenes.

La especie life presenta un desarrollo asincrónico y una reproducción parcial (Tresierra *et al.*, 1987), por el cual en cada época de muestreo se encontraron especímenes que estaban en diferentes estadios de maduración, pese a que presentaban rangos de tamaños muy cercanos. Además, en el mes que se obtuvo un mayor índice gonadosomático, la

mayoría de los especímenes se encontraban en el estadio de grávidos, y los machos que se encontraron con IGS de 0 estaban en el estadio de desove.

4.1.2. Análisis de los principales parámetros fisicoquímicos del agua.

La calidad del agua es uno de los factores principales para el cultivo de especies acuáticas, la evaluación de sus variables es importante para el desarrollo de la actividad, pues proporciona el bienestar de la especie, sólo si el manejo de este recurso es adecuado se podrán obtener peces sanos, bien alimentados y de los tamaños que el mercado exige (Ríos, 2021).

Tabla 9. Variaciones mensuales de la temperatura del agua durante el proceso de madurez sexual de *T. punctulatus*, life, periodo 2020-2021.

| | | Temperatura (°C) | | | |
|-----|----------------|------------------|---------------------|--------|--------|
| | | Media | Desviación estándar | Máximo | Mínimo |
| Mes | Octubre | 28,78 | ±0,29 | 29,00 | 28,40 |
| | Noviembre | 26,20 | ±0,82 | 27,40 | 25,60 |
| | Diciembre | 23,00 | ±1,41 | 24,00 | 21,00 |
| | Enero | 23,50 | ±1,29 | 25,00 | 22,00 |
| | Febrero | 24,85 | ±1,59 | 26,90 | 23,20 |
| | Marzo | 24,50 | ±1,29 | 26,00 | 23,00 |
| | Abril | 27,00 | ±0,82 | 28,00 | 26,00 |
| | Promedio total | 25,40 | ±2,8 | 26,61 | 24,17 |

En la tabla 9 y figura 4, se muestran los resultados de las variaciones de la temperatura durante el proceso de maduración de *T. punctulatus* y en promedio fue de 25,40 °C con una variación estándar de ± 2,8; un valor máximo de 29 °C en el mes de octubre y un

mínimo de 21 °C durante el mes de diciembre. Estos valores están dentro de los rangos adecuados para el cultivo de peces de aguas cálidas, tal es el caso del cultivo de los Siluriformes: 21 °C-28 °C (Bardach, Melarney y Ryther, 1993). En estudios realizados por Vega, (2021), los rangos de temperatura durante su crecimiento fueron similares a los rangos obtenidos en este estudio.

De acuerdo a Volkoff y Rønnestad (2020), la temperatura puede llegar afectar la tasa metabólica, incluido el comportamiento locomotor, influye en el deseo de los peces para obtener alimentos y el cómo procesan los alimentos a través de la digestión, absorben los nutrientes y almacenan el exceso de energía. Además, los efectos de la temperatura dependen del momento, la intensidad y duración de la exposición, así como de la velocidad a la que se produce los cambios. Las variaciones agudas de temperatura a corto plazo pueden tener efectos drásticos y perjudiciales en la fisiología de los peces.

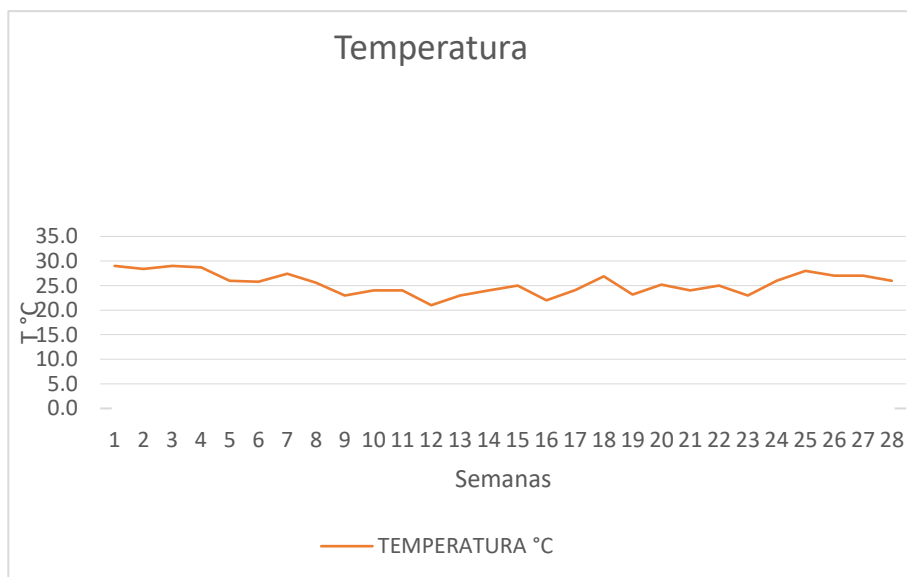


Figura 4. Variación de la temperatura (°C) del agua durante la maduración sexual de *T. punctulatus*, life.

Tabla 10. Variaciones mensuales del pH del agua de los estanques durante el proceso de madurez sexual de *T. punctulatus*, life; periodo 2020-2021.

| | | pH (und) | | | |
|-----|-----------|----------|---------------------|--------|--------|
| | | Media | Desviación estándar | Máximo | Mínimo |
| Mes | Octubre | 8,19 | ±0,02 | 8,21 | 8,17 |
| | Noviembre | 8,44 | ±0,33 | 8,80 | 8,14 |
| | Diciembre | 8,20 | ±0,03 | 8,24 | 8,17 |
| | Enero | 8,32 | ±0,12 | 8,50 | 8,24 |
| | Febrero | 9,11 | ±0,05 | 9,17 | 9,05 |
| | Marzo | 8,20 | ±0,03 | 8,23 | 8,17 |
| | Abril | 8,05 | ±0,02 | 8,07 | 8,02 |
| | Promedio | 8,36 | ±0,35 | 8,46 | 8,28 |
| | Total | | | | |

La tabla 10 y figura 5, nos muestra el resultado de la variación mensual del pH del agua durante el proceso de maduración sexual del life, en el que se obtuvo un promedio de 8,36 mostrándose en un nivel alcalino, con una variación estándar de $\pm 0,35$ y un valor máximo de 9,17 durante el mes de febrero y un valor mínimo de 8,02 en el mes de abril. Estos niveles de pH estuvieron entre los valores permisibles para el cultivo de peces 6,5 y 8,5; pues estos coinciden con el pH de la sangre de los peces (Kubitza, 2017). Excepto en el mes de febrero que el agua se volvió más básico, esto pudo ocurrir por múltiples factores, tales como la intensa actividad fotosintética de las microalgas del estanque u otros factores, pero en el siguiente mes volvió a bajar. En estudios realizados por Rivera (2021), quien durante el proceso de cultivo de life manejó rangos de pH similares, pero esto fue para peces juveniles, más no para maduros mediante el sistema de cultivo biofloc y no presentó ninguna complicación.

El pH es uno de los factores ambientales que puede llegar a afectar la supervivencia de los peces, si los valores se alejan del neutro generalmente pueden producir alteraciones fisiológicas y que dependiendo de cuan extremo este el valor y el tiempo que se encuentra expuesto el individuo suele producir mortandad (Ibearugbulam *et al.*, 2021). En la mayoría de las especies, los rangos de 6,5 y 9 son las más optimas pues debajo de los 6,5 las especies pueden llegar a tener un crecimiento muy lento y cesar su reproducción (Castro y Rodríguez, 2021).

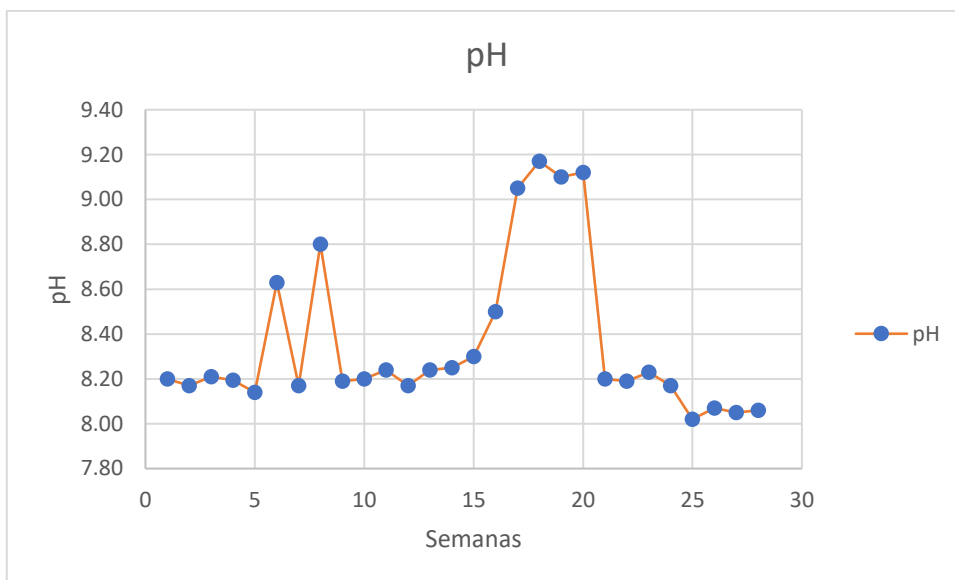


Figura 5. Variación del pH del agua durante la maduración sexual de *T. punctulatus*, life.

Tabla 11. Variaciones mensuales del oxígeno disuelto del agua de los estanques durante la madurez sexual de *T. punctulatus*, life; periodo 2020-2021.

| | | Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|-----|----------------|-------------------------|---------------------|--------|--------|
| | | Media | Desviación estándar | Máximo | Mínimo |
| Mes | Octubre | 9,31 | ±0,08 | 9,36 | 9,20 |
| | Noviembre | 9,19 | ±0,03 | 9,22 | 9,14 |
| | Diciembre | 9,22 | ±0,02 | 9,24 | 9,19 |
| | Enero | 9,26 | ±0,01 | 9,27 | 9,25 |
| | Febrero | 8,79 | ±0,79 | 9,27 | 7,61 |
| | Marzo | 9,28 | ±0,01 | 9,29 | 9,27 |
| | Abril | 9,25 | ±0,07 | 9,32 | 9,17 |
| | Promedio total | 9,18 | ±0,32 | 9,28 | 8,98 |

En la tabla 11 y figura 6, podemos ver las variaciones de concentraciones de oxígeno disuelto en el agua obtenidos durante el proceso de madurez sexual de life, que fue en promedio 9,18 mg/l con una variación de $\pm 0,32$ y se llegó a obtener un valor máximo de 9,36 en el mes de octubre, un valor mínimo de 7,61 mg/l en el mes de febrero. Lo que nos indica que la densidad de los peces sembrados, así como la alimentación y el flujo constante del agua fue adecuada lo que permitió un buen desarrollo de la especie life, tanto en tamaño, peso y maduración. Además, el promedio del oxígeno disuelto durante este proceso fue mayor en comparación a los estudios realizados por Rivera (2021), en peces juveniles en el que estuvo en promedio de 7,7 mg/L mediante el sistema de cultivo biofloc.

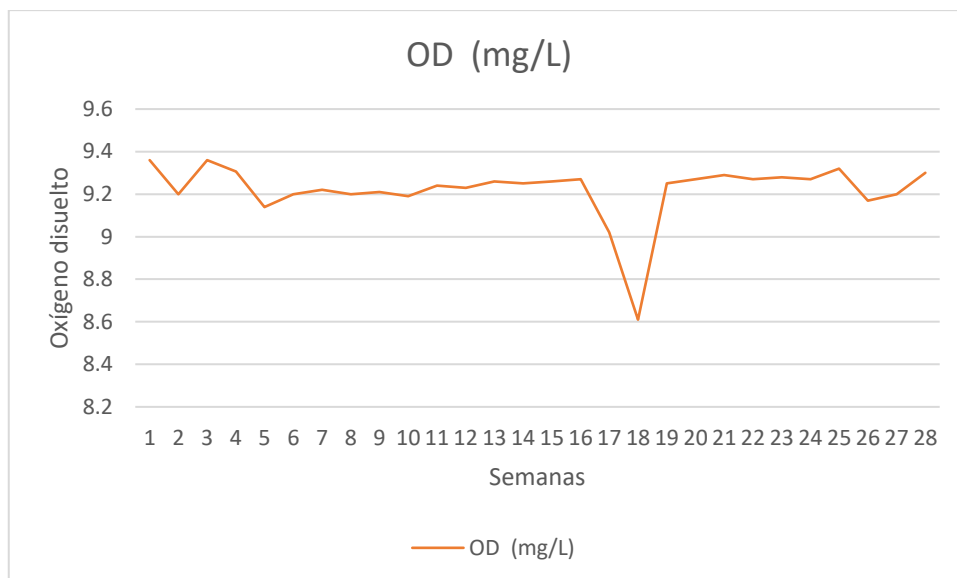


Figura 6. Variación del oxígeno disuelto del agua durante el proceso de maduración sexual del life.

Tabla 12. Variaciones mensuales de la conductividad del agua de los estanques durante la madurez sexual del life, periodo 2020-2021.

| | | Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | |
|----------------|-----------|---|---------------------|--------|--------|
| | | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| Mes | Octubre | 163,33 | 18,70 | 145,00 | 189,00 |
| | Noviembre | 123,75 | 2,63 | 120,00 | 126,00 |
| | Diciembre | 158,50 | 13,77 | 150,00 | 179,00 |
| | Enero | 151,00 | 9,70 | 144,00 | 165,00 |
| | Febrero | 165,00 | 20,02 | 154,00 | 195,00 |
| | Marzo | 150,00 | 5,83 | 145,00 | 156,00 |
| | Abril | 133,25 | 41,22 | 110,00 | 195,00 |
| Promedio total | | 149,26 | 22,84 | 138,30 | 172,14 |

En la tabla 12 y figura 7, nos muestra la variación de la conductividad del agua de los estanques de salitre durante el proceso de madurez sexual fue muy variable, en promedio fue de 149,26 con una variación de $\pm 22,84$; un valor máximo promedio de 195,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mes de abril y un valor mínimo de 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en ese mismo mes. La conductividad del agua fue muy variable y alta pues esto se debe a que los estanques son de tierra, rocas y cemento. Además, el agua que alimenta al estanque proviene de un manantial que se ubica cerca a la piscigranja.

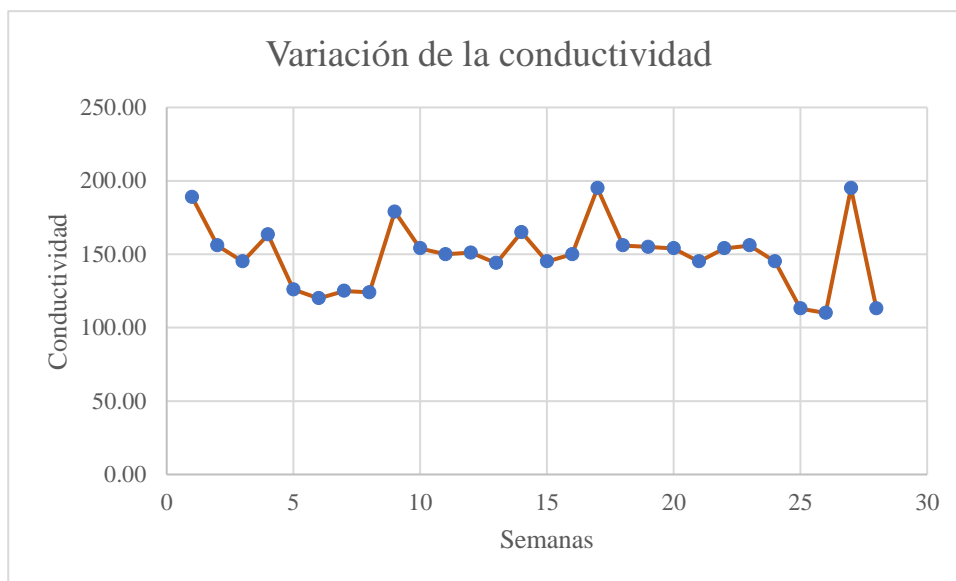


Figura 7. Variación de la conductividad del agua durante la madurez sexual de *T. punctulatus*, life.

4.1.3 Correlación de la madurez sexual de *T. punctulatus* y los parámetros fisicoquímicos del agua.

Tabla 13. Correlación de la madurez sexual de *T. punctulatus* con la Temperatura, pH, OD y la conductividad del agua del estanque de El Salitre, valle del Jequetepeque.

| | | | T (°C) | pH (Unid) | OD (mg/L) | Conductividad (µS/cm) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------------------|
| Rho de Spearman | Estadio de Maduración | Coefficiente de correlación | 0,258 ** | 0,167* | -0,175 | -0,149 |
| | | Sig. (unilateral) | 0,005 | 0,049 | 0,051 | 0,071 |
| | | N | 99 | 99 | 99 | 99 |

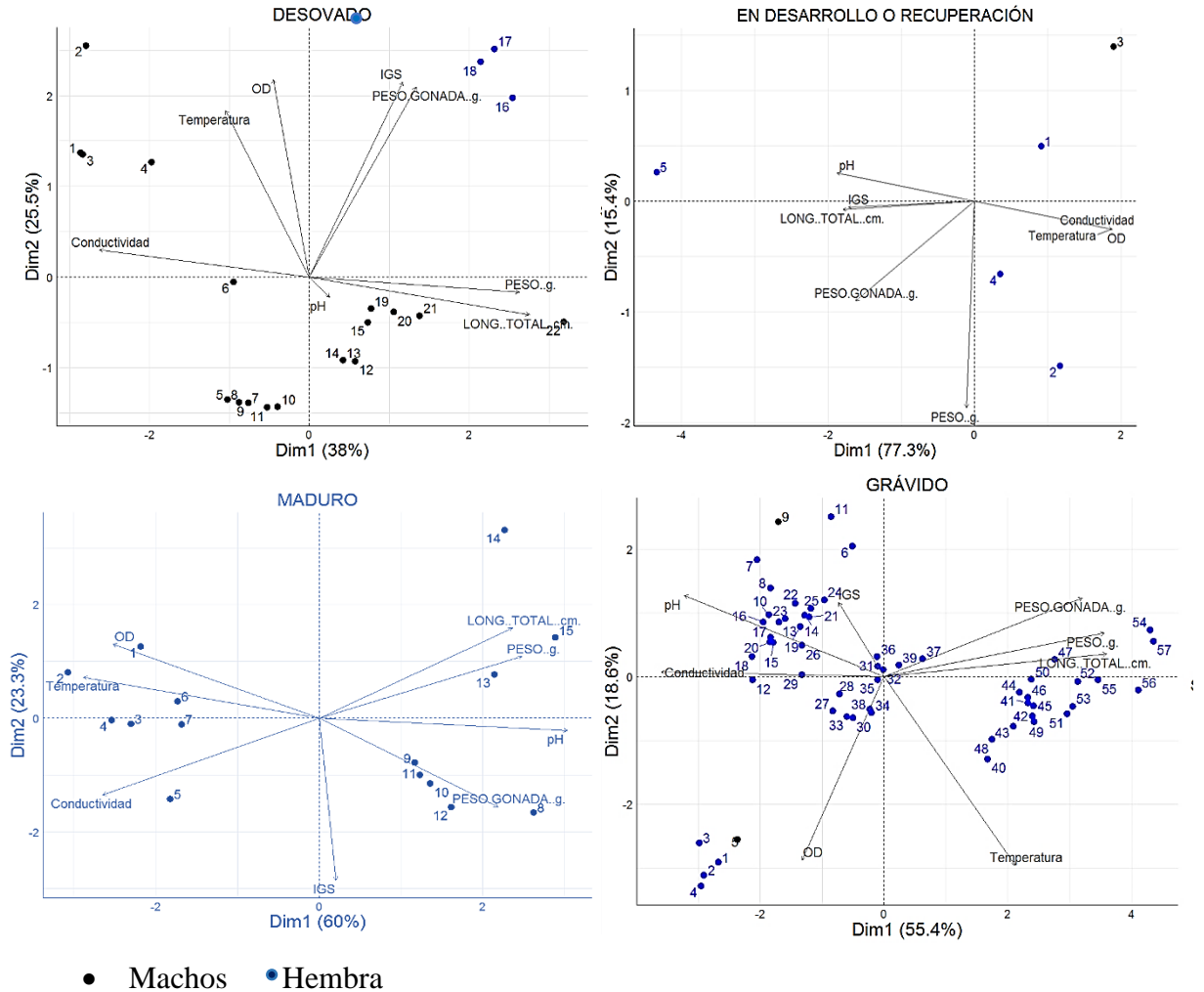
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

Los resultados obtenidos en la tabla 13, de la correlación mediante la prueba de coeficiente de Spearman, nos indica que existe correlación directa lineal significativa ($r=0,258$), entre la temperatura del agua del estanque y el estadio de maduración sexual de la especie life, ($p=0,005 < 0,05$); la correlación con el pH del agua del estanque es directa lineal significativa ($r=0,167$) ($p=0,049 < 0,05$); la correlación que existe con el oxígeno disuelto del agua es inversa, lineal y no es significativa ($r=-0,175$) ($p=0,051 > 0,05$) y la correlación con la conductividad del agua es inversa, línea y no significativa al igual que con el OD ($r=-0,149$) ($p=0,071 > 0,05$).

4.1.4. Análisis de componentes principales

Figura 8. Gráficos del análisis de componentes principales de acuerdo a los diferentes estadios de maduración sexual de *T. punctulatus*.



En los gráficos del análisis de componente principal durante los diferentes estadios de maduración de la especie *T. punctulatus*, nos muestra que durante el estadio de desove no hay una agrupación del IGS y el peso de la gónada con ningún parámetro fisicoquímico del agua, más se observa que existe un agrupamiento de la longitud y peso total con la conductividad del agua. En cambio, durante el estadio de desarrollo o recuperación se muestra un agrupamiento del IGS con la temperatura, oxígeno disuelto y conductividad del agua, esto se contrasta con la correlación determinada (apéndice 5), en donde nos muestra una correlación negativa, pero no son significativas. Mientras, en el estadio

maduro se observa un agrupamiento del peso de la gónada con la temperatura, el oxígeno disuelto y la conductividad, lo que nos indica una misma variabilidad, esto se contrasta con el análisis de correlación (apéndice 5) en donde se observa que el peso de las gónadas tiene una correlación significativa inversa ($p < 0,05$). Y durante el estadio de grávido, podemos ver la agrupación del peso de la gónada con la conductividad y el pH, misma que es contrastada en el análisis de correlación, en donde se observa que existe una correlación inversa significativa ($p < 0,01$) del pH y conductividad con el peso de la gónada.

Además, el grado de madurez de la especie life llegó al punto más alto cuando la temperatura se encontraba en rangos entre 27-28 °C; con un pH menor a 8,5; mientras que el oxígeno disuelto entre los rangos de 9,24 - 9,26 mg/L se obtuvo mayor IGS y mientras más bajo sea la conductividad del agua ayudara a que los peces lleguen a un grado de madurez avanzado pues, en este estudio el mayor grado de maduración se dio cuando la conductividad se encontraba en rangos menores de 140 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ver apéndices 6. Lo que nos indica que life llega alcanzar el estadio de madurez más avanzado cuando la conductividad eléctrica del agua baja, dato similar hallado para otras especies como en *Ancistrus triradiatus*, en la que la disminución de la conductividad del agua fue el estímulo más apropiado para que ocurra la maduración final, la ovulación y el desove (Collazos y Arias, 2009), al igual que *T. punctulatus* durante los estadios de maduro y grávido hubo una mayor correlación del peso de la gónada con la conductividad del agua.

En los estudios realizados por Hasan *et al.* (2022), en un bagre, *Heteropneustes fossilis* (Bloch, 1974), la correlación que pudieron determinar entre el grado de madurez y los factores ambientales (temperatura, lluvia, oxígeno disuelto y el pH) fueron significativamente, los rangos de temperatura fueron (29-31 °C), rangos muy similares obtenidos en este estudio; oxígeno disuelto (5,0-6,0 mg/L) estos rangos son muy

inferiores a los obtenidos en este proyecto y los rangos de pH que se manejaron fue de (7,1-7,5), rangos que son considerados neutro, en cambio durante la madurez de life este parámetro estuvo un poco alejado del neutro con un promedio de 8,36.

En otras especies, como en el de un pez ornamental, *Paracheirodon axelrodi*; según García *et al.* (2014), las diferencias de pH pudieron llegar a desencadenar la maduración final e incluso el desove, en la especie life durante los estadios de maduro y grávido el pH estuvo relacionada significativamente con el peso de la gónada lo que nos indica que estaba influyendo, pero a diferencia de este pez ornamental que logra el desove, life no llega a desovar en condiciones de cautiverio, más se observa una reabsorción de los óvulos.

Por otro lado, la temperatura es muy importante en el manejo de la especie cultivada, ya que es la encargada de regular el desarrollo fisiológico de los peces, pues ellos no tienen la capacidad propia para regularlo, si la temperatura es baja el desarrollo es lento y si la temperatura es alta su desarrollo será más rápido, así como también, es el responsable de la maduración sexual y reproducción de la mayoría de los peces, tal como lo es para la especie life (Carrillo *et al.*, 2009).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Teniendo en cuenta el aumento del índice gonadosomático y las observaciones macroscópicas de las gónadas tanto en machos y hembras de *T. punctulatus*, life, de los estanques del C.P. El Salitre se concluye que las hembras en el mes de enero llegaron a estar en una madurez avanzada, mes en que estos peces podrían haber desovado en el río.
- Con el desarrollo del proyecto podemos concluir que el proceso de madurez sexual de *T. punctulatus* se relaciona directamente con la temperatura del agua de los estanques del C.P. El Salitre; así como también, con el pH, en cambio con el oxígeno disuelto y la conductividad se relaciona inversamente.
- Los factores fisicoquímicos (T, pH, OD y conductividad) del agua presentaron una correlación baja en los dos primeros estadios de maduración sexual, pero durante el estadio maduro el peso de las gónadas de las hembras presentó correlación significativa con el oxígeno disuelto, temperatura y conductividad del agua y en estadio de grávido se observó una correlación significativa solo con la conductividad y el pH.
- El índice gonadosomático más alto en hembras de life se determinó en el mes de marzo, pero el promedio máximo de este fue en el mes de enero y en los machos el IGS más alto fue en diciembre.

- De los cuatro parámetros fisicoquímicos tomados en cuenta en este proyecto, se determinó que la conductividad del agua sufrió mayor variación durante el proceso de maduración sexual de la especie life.
- La longitud total y peso total de los machos de *T. punctulatus* registraron una correlación negativa significativa ($p < 0,01$) con la conductividad y el pH registro una correlación significativa ($p < 0,05$) solo con la longitud total. Mientras que la longitud total, peso total y peso de la gónada de las hembras registraron una correlación negativa significativa ($p < 0,01$) con la conductividad y el oxígeno disuelto del agua y el pH registró una correlación negativa significativa ($p < 0,05$) solo con la longitud y peso total.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los productores que están cultivando la especie life, medir dos a tres veces al día la temperatura del agua para determinar con más exactitud las variaciones; así como también la conductividad, ya que este parámetro tiene una mayor relación significativa en la maduración de la especie life. De igual manera, tomar en cuenta los otros parámetros.

Al momento de sembrar esta especie se le recomienda que tomen en cuenta el tamaño del pez; así como también, determinar en qué estadio de madurez están, para que se puedan obtener machos y hembras maduras al mismo tiempo.

Se necesita realizar más estudios para determinar con exactitud que otros factores estarían influenciando en la madurez sexual del life criados en condiciones de cautiverio.

LISTA DE REFERENCIAS

Alvitres, V. y Chang, F., (1990) ‘Hábitos alimentarios de *Trichomycterus punctulatus* C. y V. cuencas del Chancay y Jequetepeque, Junio 65-Agosto 86’, *Revista científica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz G*, 5 (1), pp.1-39.

Anahua, I. (2017) *Evaluación de la talla de primera madurez sexual y ciclo reproductivo del ‘Mauri’ (Trichomycterus dispar, Tschudi, 1846) del lago Titicaca.* Tesis pregrado. Universidad Nacional del Altiplano.

Bardach, J., Melarney, W. y Ryther, J. (1993) *Acuicultura: crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce.* Mexico.

Borges, F. (2015) ‘La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura’, *ResearchGate*, (February), pp. 19–35.

Burt, J., Hinch, S. y Patterson, D. (2011) ‘The importance of parentage in assessing temperature effects on fish early life history’, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, pp. 377–406. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9179-1>.

Carrillo, M., Rocha, J., Zanuy, S., Rocha, A., Molés, G., Bayarri, J., Piferrer, F., Fernández-Palacios, H., Izquierdo, Y., Cerdá, J., Paz, M., Navas, J., Cañavate, J., García, V. y Valdebenito, I. (2009) *La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura.* Edited by J. Espinoza. España-Madrid.

Castro, L. y Rodríguez, E. (2021) ‘Relación entre las prácticas de alimentación y su efecto sobre la calidad del agua en estanques de piscicultura’, pp. 4–62.

Chura, R., Anahua, I. y Ninaraqui, H. (2018) ‘Longitud promedio de madurez sexual y época de desove del mauri *Trichomycterus dispar* en el lago Titicaca, sector peruano’, *Ciencia Pesquera*, pp. 21–28. Available at:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/417172/4_CP_26_1_mayo_2018_Chura-Cruz_et_al_mauri_Titicaca.pdf

Collazos, L. y Arias, J. (2009) ‘Estimulación a la maduración final y el desove de *Ancistrus triradiatus*’, *Orinoquía*, 13(1), pp. 14–19.

COMEXPERU (2021) *Exportaciones del sector acuicultura crecieron un 34.7% en el periodo enero-mayo 2021*, COMEXPERU. Available at: [https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-del-sector-acuicultura-crecieron-un-347-en-el-periodo-enero-mayo-de-2021#:~:text=En líneas generales%2C el crecimiento,TM\)%2C de la marítima](https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-del-sector-acuicultura-crecieron-un-347-en-el-periodo-enero-mayo-de-2021#:~:text=En líneas generales%2C el crecimiento,TM)%2C de la marítima).

Diana, J. (2009) ‘Aquaculture production and biodiversity conservation’, *BioScience*, 59(1), pp. 27–38. Available at: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.1.7>.

Diccionario de la Lengua Española (2020) *Gónada*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Disponible en: <https://dle.rae.es/gónada>

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (2010) *Manual básico de piscicultura en estanques* [Manual]. Montevideo.

Equipo Hanna (2019) *Monitoreo de agua en piscicultura*, Blog. Available at: <https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/monitoreo-de-agua-en-piscicultura> (Accessed: 22 April 2021).

Espino, E., González, Á., Santana, H. y González, H (2008) ‘Manual de Biología Pesquera’, p. 62.

FAO (2020) *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Available at: <http://www.fao.org/3/ca9231es/CA9231ES.pdf>.

García, E., Peña, K. T., Gómez, E. y Hurtado, H. (2014) ‘Efecto del pH sobre la proporción oocitaria de *Paracheirodon axelrodi* en cautiverio’, 18(2), pp. 25–37.

Gil, B. (2008) *Aspectos de la biología reproductiva del Dorado, Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1855 (PISCES: PIMELODIDAE), en el área fronteriza Brasil-Colombia-Perú del río Amazonas como instrumento de manejo y conservación.

Grier, H., Neidig, C. y Quagio-Grassiotto, I. (2017) ‘Development and fate of the postovulatory follicle complex, postovulatory follicle, and observations on folliculogenesis and oocyte atresia in ovulated common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)’, *Journal of Morphology*, 278(4), pp. 547–562. Available at: <https://doi.org/10.1002/jmor.20652>.

Hasan, R., Hossain, Y., Mawa, Z. y Hossain, M. (2022) ‘Reproductive biology of *Heteropneustes fossilis* in a wetland ecosystem (Gajner Beel, Bangladesh) in relation to eco-climatic factors: Suggesting a sustainable policy for aquaculture, management and conservation’, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), pp. 1160–1174. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.09.050.

Ibearugbulam, H., Ugwu, E., Ekeleme, A., Njoku, C., Amanamba, E., Ezebuoro, V., Ibe, O. y Igwegbe, E. (2021) ‘A study on physicochemical parameters of fish pond effluents: A case study of Umudibia fish farm’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1036(1), p. 012005. doi: 10.1088/1757-899x/1036/1/012005.

IMARPE (2016) ‘Reporte de indicadores reproductivos de anchoveta Peruana *Engraulis ringens* del litoral Peruano—Junio 2016’. Available at:

http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/reportes/imarpe_rmbior_repro6_anch_jun2016.pdf (Accessed: 30 April 2021).

Jalabert, B. (2005) ‘Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals’, *Reproduction Nutrition Development*, 45(3), pp. 261–279. Available at: <https://doi.org/10.1051/rnd:2005019>.

Jiménez, A. y Barba, Á. (2000) ‘Determinación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de las aguas.’, *Gestión ambiental*, 2(23), pp. 12–19.

Jiménez-Segura, L., Álvarez, J., Ochoa, L. E., Loaiza, A., Londoño, J. P., Restrepo, D., Aguirre, k., Hernández, A., Correa, J. D. y Jaramillo, U. (2014) *Guía lustrada Peces Cañón del río Porce*. Colombia: Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín.

Joseph, N., Terry, G. y Mark, W. (2016) *Fishes of the world*. 5th edn. Canadá.

Ki, S. y Lee, W. (2018) ‘The annual reproductive cycle of *Silurus microdorsalis*, a korean endemic species’, *Development & Reproduction*. 22(1), 1–8.

Kubitza, F. (2017) ‘El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH’, *Salud y Bienestar*, pp. 1–8. Available at: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/> (Accessed: 13 April 2021).

López, D., Bazzoli, N., Brito, M. y María, T. (2004) ‘Male reproductive system in the South American catfish *Conorhynchus conirostris*’, *Journal of Fish Biology*, 64(5), pp. 1419–1424. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00377.x>.

López, J. y Lora, V. (2020) ‘Producción de *Trichomycterus punctulatus* “Life” en tres densidades de siembra y suplementado con balanceado de trucha en sistema

intensivo con recirculación’. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque-Perú.

López, S. y Lora, M. (2013) ‘Growth of *Trichomycterus punctulatus* “Life” in three population densities in intensive culture’, *Scientia Agropecuaria*, 4, pp. 243–249.

Manriquez, A., Huaquín, L., Arellano, M. y Arratia, G. (1988) ‘Aspectos reproductivos de *Trichomycterus areolatus* Valenciennes, 1846 (Pisces: Teleostei: Siluriformes) en Rio Angostura, Chile’, *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 23(2), pp. 89–102. Available at: <https://doi.org/10.1080/01650528809360749>.

Meza, S. y Sepúlveda, S. (2012) ‘Efecto de la conductividad eléctrica y nivel del agua sobre la reproducción de la cucha xenocara (*Ancistrus triradiatus*, Eigenmann 1918) bajo condiciones experimentales’, *Vet. Zootec.*, 6(1), pp. 37–46.

Nowosad, J., Targońska, K., Chwaluczyk, R., Kaszubowski, R. y Kucharczyk, D. (2014) ‘Effect of temperature on the effectiveness of artificial reproduction of dace [Cyprinidae (*Leuciscus leuciscus* (L.))] under laboratory and field conditions’, *Journal of Thermal Biology*, 45, pp. 62–68. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.07.011>.

Ortega, H. y Vari, R. (1986) *Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru, Smithsonian contributions to zoology.*

Palacios, E., Rosales, Y. y Rabinovich, G. (2015) ‘Effect of photoperiod and temperature in the maturation and reproduction of *Cynoscion phoxocephalus* (Ccorvina-Cherela) in the north of Perú’. *Manglar*. 12(2), 3–10.

Pereyra, G. (2013) *Guía técnica de Piscicultura*. IÑAPARI-TAHUAMANU-MADRE DE DIOS- PERÚ.

Pereira, F., Andrade, F., dos Santos, J. E., Rizzo, E., Sato, Y. y Bazzoli, N. (2017) ‘Comparative morphology of gonads from six species of fish belonging to the family Anostomidae (Characiformes: Anostomidae)’, *Revista de Biología Tropical*, 65(2), pp. 713–723. Available at: <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i2.23988>.

Ramírez, J., Sandoval, N. y Vicente, K. (2018) *Sistema Nacional De Innovación en Pesca Y Acuicultura, fundamentos y propuestas 2017-2022, Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura*. Edited by J. Ramirez and R. Gastón.

Ríos, E. (2021) *Calidad del agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos*. Primera ed. Iquitos, Maynas-Loreto.

Rivera, P. (2021) *Sistema de cultivo de Trichomycterus punctulatus ‘life’ en tres densidades poblacionales*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Trujillo.

Rodríguez, H. y Anzola, E. (2001) ‘La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura’, *Fundamentos de acuicultura continental*, pp. 43–71.

Rodríguez, J. (2017) *Caracterización de la Cichlasoma festae (Vieja Colorada) en la cuenca hidrográfica del Guayas. Ecuador*. Tesis. Universidad de Córdoba.

Rodríguez, J., Villamil, J., Mira, T., Cruz, P. y Baldisserotto, B. (2020) ‘Maduración Gonadal en Híbridos de *Pseudoplatystoma metaense* × *Leiarius marmoratus* (Siluriformes: Pimelodidae)’, *Int. J. Morphol*, 38(5), pp. 1405–1411. Available at: <https://orcid.org/0000-0002-8767-8580>.

Romero, N. y Vera-Mesones, R. (2011) ‘Cambios estacionales en los ovarios de peces Siluriformes: comparación de tres especies en un ambiente subtropical de Argentina’, *UNED Research Journal*, 2(2), pp. 255–262.

Sánchez, B., Vitor, M. y Baltazar, P. (2015) ‘Dieta y preferencia alimenticia de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846) (Actinopterygii, Siluriformes) durante el invierno 2015, río Mala, Perú’, *ResearchGate* [Preprint], (September).

dos Santos, J., Marcon, L., Guedes Brito, M. F., Sales, N. G., Rizzo, E. y Bazzoli, N. (2019) ‘Reproductive biology of the Neotropical catfish *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes: Pimelodidae), with anatomical and morphometric analysis of gonadal tissues’, *Animal Reproduction Science*, 209(April), p. 106173. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106173>.

Santos, M., Sales, N., Arantes, F., Pessali, T., Bazzoli, N. y Santos, J. (2014) ‘Anatomical and Histological Organization of the Testes of the Inseminating Catfish *Trachelyopterus striatulus* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Auchenipteridae)’, *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 43(4), pp. 310–316. Available at: <https://doi.org/10.1111/ahe.12082>.

Sifuentes, M. (2017) *Composición, distribución y ecología de la ictiofauna de la cuenca del río Cañete, Lima, Perú*. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Suárez, L. y Delgado, G. (2018) ‘Chemical Composition of “Life” *Trichomycterus punctulatus* VALENCIENNES (1846) (Teleostei: Siluriformes: Tricomycetidae)’, 8(2), pp. 40–48. Available at: <https://doi.org/10.21276/Ijpaes>.

Targońska, k., żarski, D., Kupren, K., Palińska-żarska, K., Mamcarz, A., Kujawa, R., Skrzypczak, A., Furgała-Selezniow, G., Czarkowski, T. K.,

HakućBłażowska, A y Kucharczyk, D. (2014) ‘Influence of temperature during four following spawning seasons on the spawning effectiveness of common bream, *Abramis brama* (L.) under natural and controlled conditions’, *Journal of Thermal Biology*, 39(1), pp. 17–23. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.11.005>.

Tresierra, A., Zafra, A., Culquichicón, Z. y Collazos M (1987) ‘Estructura gonadal, madurez sexual y tipo de reproducción de *Trichomycterus* sp. “Life” en el Perú.’, *REBIOL*, 6(2), pp. 43–56.

Valdebenito, I. (2008) ‘Terapias hormonales utilizadas en el control artificial de la madurez sexual en peces de cultivo: Una revisión’, *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(2), pp. 115–123. Available at: <https://doi.org/10.4067/s0301-732x2008000200002>.

Vega, J. (2021) *Crecimiento de Trichomycterus punctulatus ‘life’ en dos sistemas de cultivo intensivo: Recirculación y Biofloc*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Trujillo.

Vera, A., Oyague, E., Castañeda, L. y Quinteros, Z. (2013) ‘Hábitos alimentarios del bagre “Life” *Trichomycterus punctulatus* (VALENCIENNES, 1846) (ACTINOPTERYGII, SILURIFORMES) en el río Pisco, Perú’, *Ecología Aplicada*, 12(1–2), p. 121. Available at: <https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.445>.

Vidal, N., Teixeira de Mello, F., González-Bergonzoni, I., López-Rodríguez, A., Tesitore, G., Pais, J., Stebniki, S., Silva, I. y D’Anatro, A. (2020) ‘Longterm study of the reproductive timing of the Neotropical catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874): Influence of temperature and river discharge’, *Ecology of Freshwater Fish*. 29(2), 334–345

Volkoff, H. y Rønnestad, I. (2020) ‘Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish’, *Temperature (Austin, Tex.)*, 7(4), pp. 307–320. Available at: <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1765950>.

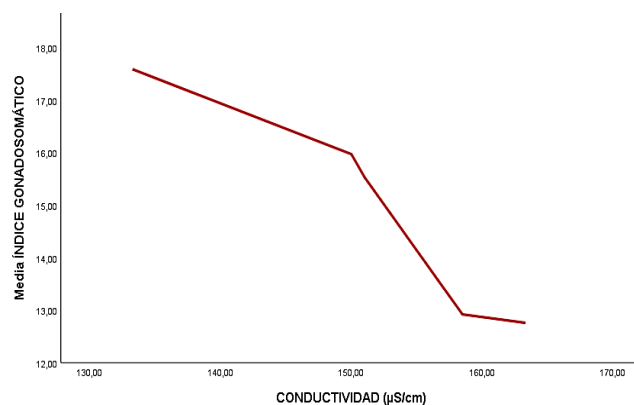
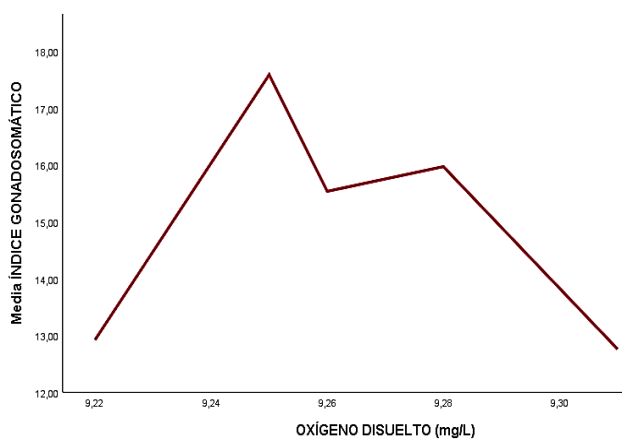
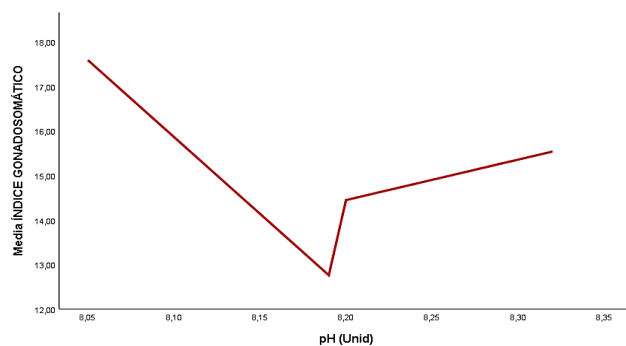
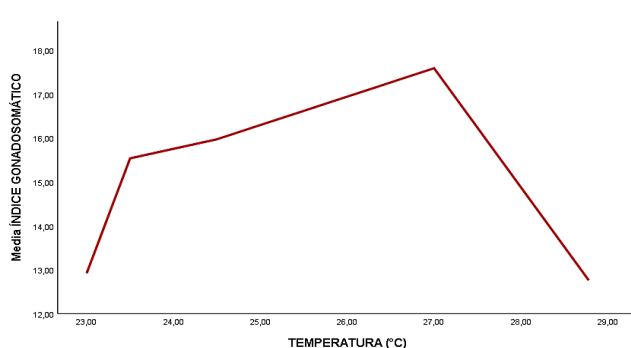
Werlinger, C. (2004) ‘Peces: generalidades sobre la biología y clasificación’, in *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*, p. 272.

APÉNDICES

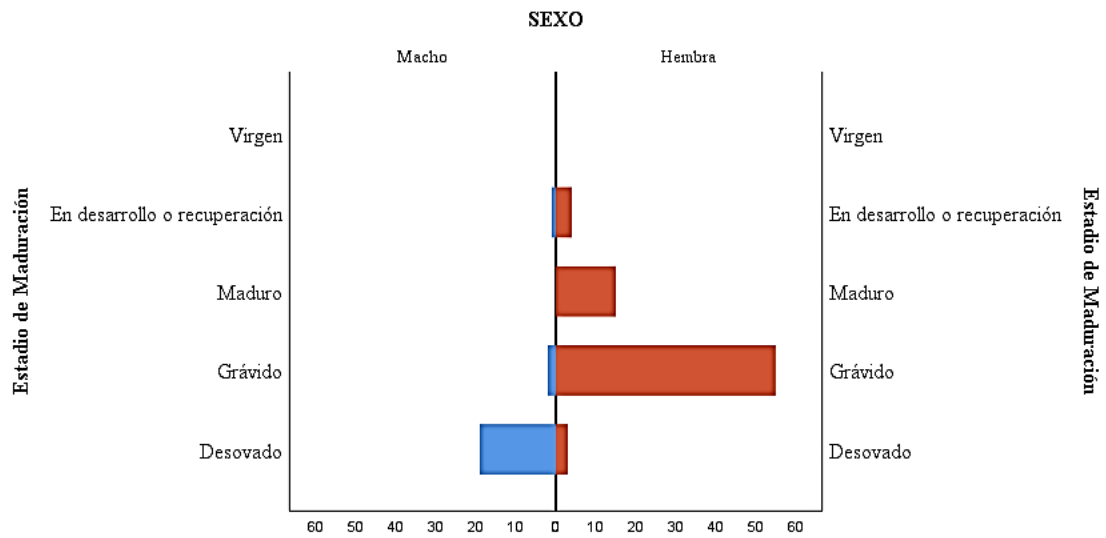
Apéndice 1. Valores asignados en el programa SPSS, Versión 26, al estadio de maduración sexual de la especie life.

| N° asignado | Estadio de madurez |
|-------------|------------------------------|
| 1 | Virgen |
| 2 | En desarrollo o recuperación |
| 3 | Maduro |
| 4 | Grávido |
| 5 | Desovado |

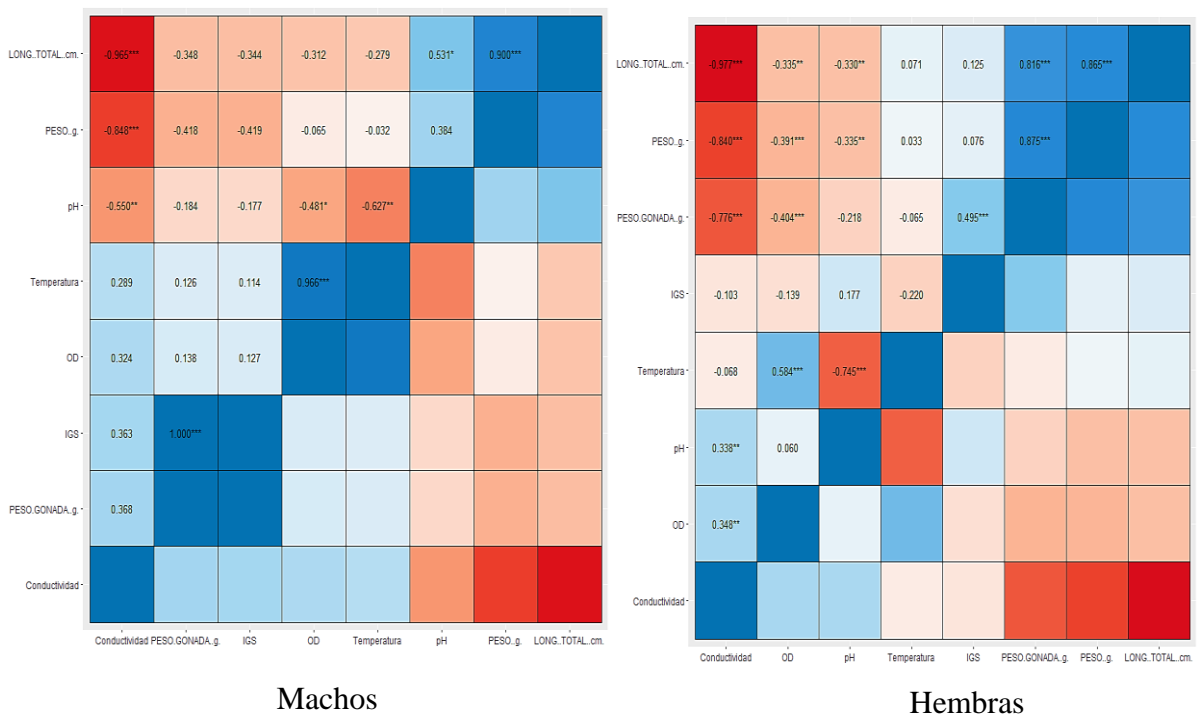
Apéndice 2. Gráficos de los parámetros fisicoquímicos del agua vs IGS



Apéndice 3. Estadio de maduración de *T. punctulatus* de acuerdo al sexo.



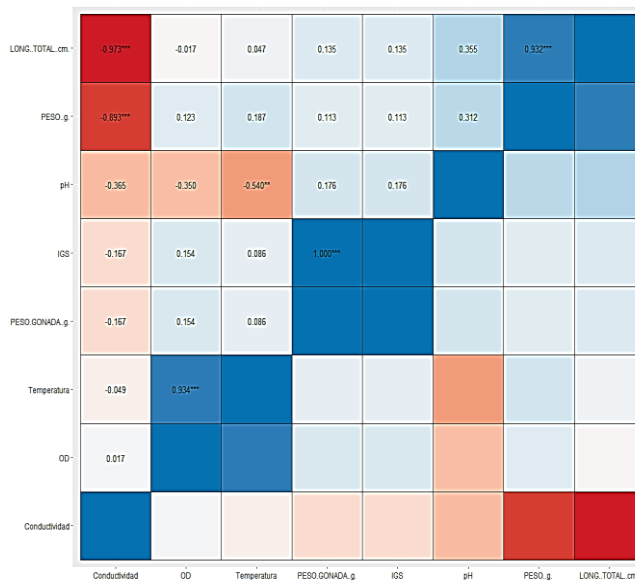
Apéndice 4. Correlación de los factores fisicoquímicos del agua y los datos de *T. punctulatus* de acuerdo al sexo (machos y hembras).



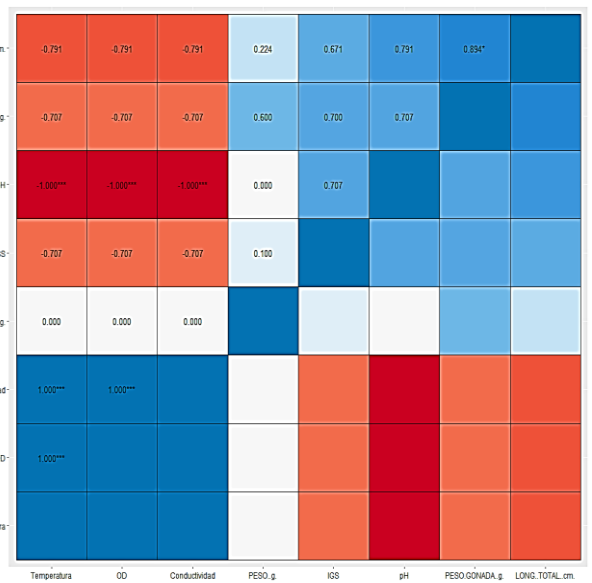
***. La correlación es significativa en el nivel 0,01.

** . La correlación es significativa en el nivel 0,05.

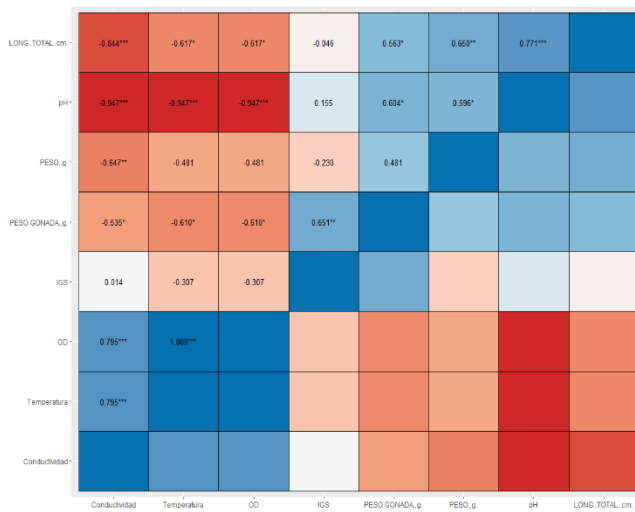
Apéndice 5. Correlación de los factores fisicoquímicos del agua y los datos de *T. punctulatus* de acuerdo a los diferentes estadios de madurez sexual



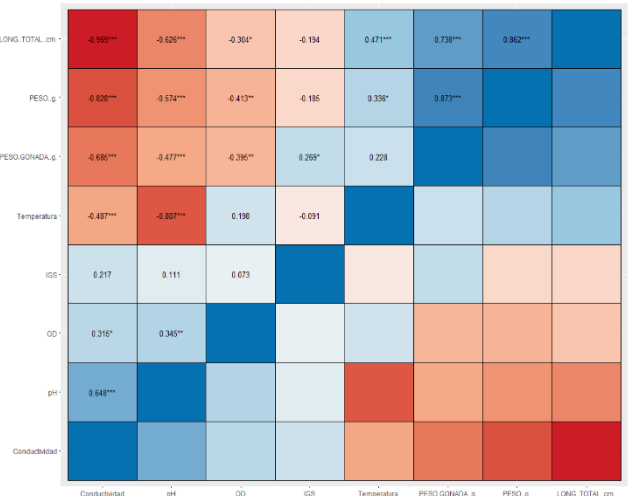
Desovado



En desarrollo o recuperación



Maduro



Grávido

***. La correlación es significativa en el nivel 0,01.

** . La correlación es significativa en el nivel 0,05.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de los parámetros fisicoquímicos del agua durante los periodos de octubre 2020 hasta abril 2021.

| Ficha de recolección de datos de los factores fisicoquímicos del agua, periodo 2020-2021 | | | | |
|---|-------------------|------|-----------|--------------------------|
| Mes | TEMPERATURA °C | pH | OD (mg/L) | CONDUCTIVIDAD (µS/cm) |
| Octubre | 29,00 | 8,20 | 9,36 | 189,00 |
| Octubre | 28,40 | 8,17 | 9,20 | 156,00 |
| Octubre | 29,00 | 8,21 | 9,36 | 145,00 |
| Octubre | 28,70 | 8,19 | 9,31 | 163,33 |
| Noviembre | 26,00 | 8,14 | 9,14 | 126,00 |
| Noviembre | 25,80 | 8,63 | 9,20 | 120,00 |
| Noviembre | 27,40 | 8,17 | 9,22 | 125,00 |
| Noviembre | 25,60 | 8,80 | 9,20 | 124,00 |
| Diciembre | 23,00 | 8,19 | 9,21 | 179,00 |
| Diciembre | 24,00 | 8,20 | 9,19 | 154,00 |
| Diciembre | 24,00 | 8,24 | 9,24 | 150,00 |
| Diciembre | 21,00 | 8,17 | 9,23 | 151,00 |
| Enero | 23,00 | 8,24 | 9,26 | 144,00 |
| Enero | 24,00 | 8,25 | 9,25 | 165,00 |
| Enero | 25,00 | 8,30 | 9,26 | 145,00 |
| Enero | 22,00 | 8,50 | 9,27 | 150,00 |
| Febrero | 24,10 | 9,05 | 9,02 | 195,00 |
| Febrero | 26,90 | 9,17 | 8,61 | 156,00 |
| Febrero | 23,20 | 9,10 | 9,25 | 155,00 |
| Febrero | 25,20 | 9,12 | 9,27 | 154,00 |
| Marzo | 24,00 | 8,20 | 9,29 | 145,00 |
| Marzo | 25,00 | 8,19 | 9,27 | 154,00 |
| Marzo | 23,00 | 8,23 | 9,28 | 156,00 |
| Marzo | 26,00 | 8,17 | 9,27 | 145,00 |
| Abril | 28,00 | 8,02 | 9,32 | 113,00 |
| Abril | 27,00 | 8,07 | 9,17 | 110,00 |
| Abril | 27,00 | 8,05 | 9,20 | 195,00 |
| Abril | 26,00 | 8,06 | 9,30 | 113,00 |

Anexo 2. Datos de *Trichomycterus punctulatus*, recolectados de la base de datos del proyecto canon minero.

| Ficha de recolección de datos de la especie life, periodo 2020-2021 | | | | | | |
|--|---------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|
| MES | NÚMERO | SEXO | LONG. TOTAL (cm) | PESO (g) | PESO GONADA (g) | ESTADIO DE MADURACIÓN |
| Octubre | 1 | Macho | 14 | 29 | 0 | Desovado |
| Octubre | 2 | Hembra | 14 | 28 | 2.7 | En desarrollo o recuperación |
| Octubre | 3 | Hembra | 14 | 46 | 2.9 | En desarrollo o recuperación |
| Octubre | 4 | Macho | 14 | 25.7 | 1.3 | En desarrollo o recuperación |
| Octubre | 5 | Macho | 14.1 | 21.4 | 1 | Desovado |
| Octubre | 6 | Hembra | 14.5 | 32 | 6.3 | Grávido |
| Octubre | 7 | Hembra | 14.5 | 29 | 5.5 | Grávido |
| Octubre | 8 | Macho | 14.5 | 27 | 0 | Desovado |
| Octubre | 9 | Hembra | 14.5 | 39 | 4.6 | Maduro |
| Octubre | 10 | Hembra | 14.5 | 27 | 6.4 | Grávido |
| Octubre | 11 | Hembra | 14.5 | 25.4 | 3.4 | Maduro |
| Octubre | 12 | Hembra | 14.5 | 28.7 | 5.1 | Grávido |
| Octubre | 13 | Hembra | 15 | 36 | 3.3 | En desarrollo o recuperación |
| Octubre | 14 | Macho | 15 | 34 | 7.4 | Grávido |
| Octubre | 15 | Macho | 15 | 39 | 0 | Desovado |
| Octubre | 16 | Hembra | 15 | 29 | 5.1 | Maduro |
| Octubre | 17 | Hembra | 15 | 26.4 | 4.6 | Maduro |
| Octubre | 18 | Hembra | 15 | 30.3 | 7.1 | Maduro |
| Octubre | 19 | Hembra | 15.5 | 35 | 5.8 | Maduro |
| Octubre | 20 | Hembra | 15.5 | 34 | 6.2 | Maduro |
| Diciembre | 1 | Hembra | 15.5 | 51 | 10.7 | Maduro |
| Diciembre | 2 | Hembra | 15.5 | 34 | 6.1 | Maduro |
| Diciembre | 3 | Hembra | 15.5 | 35 | 6.8 | Maduro |
| Diciembre | 4 | Hembra | 15.5 | 34 | 6.4 | Maduro |
| Diciembre | 5 | Macho | 15.5 | 33 | 0 | Desovado |
| Diciembre | 6 | Macho | 15.5 | 24.6 | 1.3 | Desovado |
| Diciembre | 7 | Hembra | 16 | 34 | 7.5 | Maduro |
| Diciembre | 8 | Hembra | 16 | 33 | 4.7 | En desarrollo o recuperación |
| Diciembre | 9 | Macho | 16 | 35 | 0 | Desovado |
| Diciembre | 10 | Macho | 16 | 33 | 0 | Desovado |
| Diciembre | 11 | Macho | 16 | 35 | 0 | Desovado |
| Diciembre | 12 | Hembra | 16 | 62 | 11.4 | Grávido |

| | | | | | | |
|-----------|----|--------|------|------|------|----------|
| Diciembre | 13 | Hembra | 16 | 34 | 7.8 | Grávido |
| Diciembre | 14 | Hembra | 16 | 38.9 | 7.1 | Grávido |
| Diciembre | 15 | Macho | 16.5 | 36 | 9.8 | Grávido |
| Diciembre | 16 | Hembra | 16.5 | 38 | 5.9 | Grávido |
| Diciembre | 17 | Macho | 16.5 | 39 | 0 | Desovado |
| Diciembre | 18 | Hembra | 16.5 | 49 | 6.5 | Maduro |
| Diciembre | 19 | Hembra | 16.5 | 49.9 | 12 | Grávido |
| Diciembre | 20 | Macho | 17 | 34 | 0 | Desovado |
| Enero | 1 | Hembra | 17 | 38 | 5.7 | Grávido |
| Enero | 2 | Hembra | 17 | 42.1 | 8.6 | Grávido |
| Enero | 3 | Hembra | 17 | 49.5 | 9.7 | Grávido |
| Enero | 4 | Hembra | 17 | 41.8 | 7.6 | Grávido |
| Enero | 5 | Hembra | 17.1 | 37.6 | 8.1 | Grávido |
| Enero | 6 | Hembra | 17.3 | 39.6 | 7.6 | Grávido |
| Enero | 7 | Hembra | 17.5 | 35 | 6.3 | Grávido |
| Enero | 8 | Macho | 17.5 | 43 | 0 | Desovado |
| Enero | 9 | Hembra | 17.5 | 47 | 8.8 | Grávido |
| Enero | 10 | Hembra | 17.5 | 39 | 7.3 | Grávido |
| Enero | 11 | Hembra | 17.5 | 49 | 9.5 | Grávido |
| Enero | 12 | Macho | 17.5 | 43 | 0 | Desovado |
| Enero | 13 | Macho | 17.5 | 40 | 0 | Desovado |
| Enero | 14 | Hembra | 17.5 | 44 | 9.7 | Grávido |
| Enero | 15 | Hembra | 17.5 | 42 | 8.7 | Grávido |
| Enero | 16 | Hembra | 17.5 | 52.5 | 10.8 | Grávido |
| Enero | 17 | Macho | 17.6 | 41.5 | 0.2 | Desovado |
| Enero | 18 | Hembra | 18 | 47 | 9.7 | Grávido |
| Enero | 19 | Hembra | 18 | 51 | 10.7 | Desovado |
| Enero | 20 | Hembra | 18 | 47 | 7.8 | Grávido |
| Marzo | 1 | Hembra | 18 | 46 | 8.3 | Grávido |
| Marzo | 2 | Hembra | 18 | 49 | 5.1 | Maduro |
| Marzo | 3 | Hembra | 18 | 49 | 8.2 | Maduro |
| Marzo | 4 | Hembra | 18.5 | 45 | 9 | Grávido |
| Marzo | 5 | Hembra | 18.5 | 48 | 9.8 | Desovado |
| Marzo | 6 | Hembra | 18.5 | 46 | 8.6 | Desovado |
| Marzo | 7 | Hembra | 18.5 | 34 | 8.6 | Grávido |
| Marzo | 8 | Macho | 18.5 | 45 | 0 | Desovado |
| Marzo | 9 | Hembra | 18.5 | 51 | 8.3 | Grávido |
| Marzo | 10 | Macho | 19 | 48 | 0 | Desovado |
| Marzo | 11 | Hembra | 19 | 53 | 11.3 | Grávido |
| Marzo | 12 | Hembra | 19 | 55 | 11.3 | Grávido |
| Marzo | 13 | Hembra | 19 | 47 | 8 | Grávido |
| Marzo | 14 | Hembra | 19 | 55 | 8.8 | Grávido |
| Marzo | 15 | Hembra | 19 | 54 | 10.6 | Grávido |

| | | | | | | |
|-------|----|--------|------|------|------|----------|
| Marzo | 16 | Hembra | 19 | 52 | 11.8 | Grávido |
| Marzo | 17 | Hembra | 19 | 68.2 | 13.2 | Grávido |
| Marzo | 18 | Hembra | 19.5 | 52 | 8.7 | Grávido |
| Marzo | 19 | Hembra | 19.5 | 58 | 11.8 | Grávido |
| Marzo | 20 | Macho | 19.5 | 52 | 0 | Desovado |
| Abril | 1 | Hembra | 19.5 | 54 | 7.9 | Grávido |
| Abril | 2 | Hembra | 20 | 61 | 11.6 | Grávido |
| Abril | 3 | Hembra | 20 | 64 | 11 | Grávido |
| Abril | 4 | Hembra | 20 | 58 | 9.9 | Grávido |
| Abril | 5 | Hembra | 20 | 57 | 11.9 | Grávido |
| Abril | 6 | Hembra | 20 | 63.4 | 11.6 | Grávido |
| Abril | 7 | Hembra | 20 | 60.4 | 11.9 | Grávido |
| Abril | 8 | Hembra | 20.5 | 64 | 14.8 | Grávido |
| Abril | 9 | Hembra | 20.5 | 50 | 8.5 | Grávido |
| Abril | 10 | Hembra | 21 | 61 | 10.3 | Grávido |
| Abril | 11 | Hembra | 21 | 56 | 12.5 | Grávido |
| Abril | 12 | Hembra | 21.5 | 71 | 11.4 | Grávido |
| Abril | 13 | Hembra | 21.5 | 71 | 13.7 | Grávido |
| Abril | 14 | Macho | 21.5 | 59 | 0 | Desovado |
| Abril | 15 | Hembra | 22 | 70 | 11.8 | Grávido |
| Abril | 16 | Hembra | 22 | 92 | 19.7 | Grávido |
| Abril | 17 | Hembra | 22 | 77 | 14.2 | Grávido |
| Abril | 18 | Hembra | 23 | 92 | 14.2 | Grávido |
| Abril | 19 | Hembra | 24 | 86 | 17.8 | Grávido |

Anexo 3: Estadio de madurez sexual de acuerdo a las características macroscópicas de las gónadas de machos y hembras.

| Fase de maduración | Características macroscópicas de la gónada de hembras de life | Descripción |
|--|---|--|
| <p>Fase II. En desarrollo o recuperación</p> |  | <p>No se observan óvulos a simple vista.</p> |
| <p>Fase III. Maduro</p> |  | <p>El ovario ocupa las dos terceras partes de la cavidad abdominal, se puede observar oocitos opacos</p> |
| <p>Fase IV. Grávido</p> |  | <p>El ovario ocupa casi toda la cavidad abdominal, se observan oocitos translucidos, el color del ovario es verde brillante.</p> |