

Physicochemical parameters of the water of the saltpeter ponds influential in the sexual maturity of *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846), in the Jequetepeque Valley, Cajamarca-Peru

María Huaccha-Huaccha, Blga¹, Nilton Deza-Arroyo, Dr.¹, Marco Sánchez-Peña, Mg.^{1,2}, Alfonso Miranda-Leiva, Mg¹

¹ Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca, Perú, mhuacchah15_2@unc.edu.pe, ndeza@unc.edu.pe, marco.sanchez@upn.edu.pe, amiranda@unc.edu.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú

*Abstract- This research work is carried out in the Centro Poblado El Salitre, district of Tantarica, province of Contumazá department of Cajamarca- Peru. The research derives from a thesis work of the National University of Cajamarca, with the data that were obtained from the mining canon project "Obtaining seed by induced reproduction of *Trichomycterus punctulatus* Valenciennes 1846 (Life), and intensive cultivation in the Jequetepeque valley, Cajamarca, Peru". The work is based on determining the correlation of the physicochemical parameters of pond water during the sexual maturity of *T. punctulatus*. In which all the data of interest for the research work that were obtained from the database of the mining canon project were recorded. Obtaining as results that between the months of October 2020 to April 2021, 99 specimens of *T. punctulatus*, life had been sampled, of which 77 were females and 22 males, with an average height of 17.55 cm and an average weight of 45.75 g. In addition, 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 mature and gravid stage and the correlation that could be determined by the Rho Spearman 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 the dissolved oxygen and the conductivity of the water was inverse but not significant ($p > 0.05$). On the other hand, during the mature stage the weight of the gonad presented a significant inverse correlation ($p < 0.05$) with temperature, conductivity and dissolved oxygen and during the gravid stage the weight of the gonad presented an inverse and significant relationship ($p < 0.01$) with conductivity and pH.*

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

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

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

María Huaccha-Huaccha, Blga¹, Nilton Deza-Arroyo, Dr.¹, Marco Sánchez-Peña, Mg.^{1,2}, Alfonso Miranda-Leiva, Mg¹

¹ Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca, Perú, mhuacchah15_2@unc.edu.pe, ndeza@unc.edu.pe, marco.sanchez@upn.edu.pe, amiranda@unc.edu.pe

² Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú

Resumen– El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado El Salitre, distrito de Tantarica, provincia de Contumazá departamento de Cajamarca-Perú. Los datos derivan de un trabajo de tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca, con los datos que fueron obtenidos 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”. El trabajo se basó en determinar la correlación de los parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques durante la madurez sexual de *Trichomycterus punctulatus* Valenciennes 1846 (life), en el cual se registró todos los datos de interés para el trabajo de investigación que fueron obtenidos de la base de datos del proyecto de canon minero. Obteniendo como resultados que entre los meses de octubre del 2020 hasta abril del 2021 se habían muestreado 99 especímenes de *T. punctulatus*, de los cuales 77 fueron hembras y 22 machos, con una talla promedio de 17,55 cm y un peso promedio de 45,75 g. Además, 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 estaban en el estadio de maduro y grávido y la correlación que se pudo determinar mediante la prueba de Rho 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 significativa ($p > 0,05$). Por otra parte, durante el estadio maduro el peso de la gónada presentó una correlación inversa significativa ($p < 0,05$) con la temperatura, conductividad y el oxígeno disuelto, y durante el estadio de grávido el peso de la gónada presentó una relación inversa y significativa ($p < 0,01$) con la conductividad y el pH.

Palabras clave: *T. punctulatus* “life”, madurez sexual, Índice Gonadosomático, factores fisicoquímicos.

Abstract– This research work is carried out in the Centro Poblado El Salitre, district of Tantarica, province of Contumazá department of Cajamarca- Peru. The research derives from a thesis work of the National University of Cajamarca, with the data that were obtained from the mining canon project “Obtaining seed by induced reproduction of *Trichomycterus punctulatus* Valenciennes 1846 (Life), and intensive cultivation in the Jequetepeque valley,

Cajamarca, Peru”. The work is based on determining the correlation of the physicochemical parameters of pond water during the sexual maturity of *T. punctulatus*. In which all the data of interest for the research work that were obtained from the database of the mining canon project were recorded. Obtaining as results that between the months of October 2020 to April 2021, 99 specimens of *T. punctulatus*, life had been sampled, of which 77 were females and 22 males, with an average height of 17.55 cm and an average weight of 45.75 g. In addition, 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 mature and gravid stage and the correlation that could be determined by the Rho Spearman 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 the dissolved oxygen and the conductivity of the water was inverse but not significant ($p > 0.05$). On the other hand, during the mature stage the weight of the gonad presented a significant inverse correlation ($p < 0.05$) with temperature, conductivity and dissolved oxygen and during the gravid stage the weight of the gonad presented an inverse and significant relationship ($p < 0.01$) with conductivity and pH.

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

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 [1].

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 [2] y el crecimiento en promedio anual en los últimos 10 años (2009-2019) ha sido del 13% [3]. Entre las principales producciones acuícolas

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

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 en gran parte de manejo del agua, la alimentación y la estricta sanidad, pues la calidad del agua es de mayor importancia para el desarrollo óptimo de la especie a cultivar, ya que cualquier característica de ésta puede afectar el comportamiento, la reproducción, el crecimiento y los rendimientos. Además, de la producción primaria y el manejo de las especies [4] y [5].

T. punctulatus conocido en Perú con el nombre de life ha sido una especie muy consumida desde hace muchos años por la población aledaña a los ríos de la costa norte del Perú, principalmente a lo largo de los ríos del valle Jequetepeque [6] y actualmente, 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 [6]. La demanda que tiene esta especie ha generado la necesidad de cultivarla y producirla en estanques con condiciones controladas. 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 disminuyendo 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 [7].

T. punctulatus es una especie que 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 puede llegar a más de 4000 msnm, pero también se les puede encontrar en las partes bajas de los ríos de la costa [8]. Es una especie que posee un cuerpo alargado, sin escamas, con manchas pardas redondeadas en casi su totalidad, robusto, casi cilíndrico, tiene 3 pares de barbillas: un par en cada ángulo de la boca y un par de barbillas nasales [9]. Es un pez con preferencias carnívoras, constituida por un alimento basado de insectos, microalgas, detritus y fanerógamas, con un alimento ocasional de nemátodos, peces, microcrustáceos, entre otros vertebrados [10], [11] y [12].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. 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 centro poblado 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 19 características macroscópicas de las gónadas tanto de machos y hembras, así como también los parámetros fisicoquímicos del agua del estanque, fueron registrados en una ficha en el programa Excel, para evitar pérdida de datos.

B. 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.

C. 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 [13].

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

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.

D. 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, tales como: el tamaño, color y aspecto y de acuerdo a eso se clasificó mediante la tabla de claves de maduración del life [14].

E. Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó utilizando el Software Statistical Package for Social Sciences versión 26 (SPSS v.26) versión de prueba. Se elaboró la base de datos con la cual se calculó los estadísticos descriptivos de los datos recolectados de la base de datos del proyecto de canon minero. Para

comprobar la hipótesis se usó la prueba de correlación de Rho de Spearman unilateral. 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 físicoquímicos del agua, con un nivel de confianza de 95 % y un $p < 0,05$, para determinar correlación significativa.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

A. RESULTADOS DE LA ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LA ESPECIE LIFE.

Los resultados de la figura I muestra la distribución del life durante las 5 campañas de muestreo en las piscigranjas del C.P El salitre, se determinó que el total de especies muestreadas en las cinco campañas fueron de 99 especímenes de los cuales 77 fueron hembras y 22 machos.

FIGURA I
RESULTADO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE LIFE

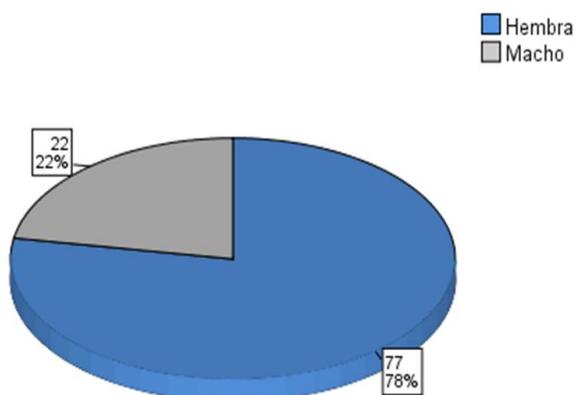


TABLA I
RESULTADOS DE LA LONGITUD TOTAL DE LA ESPECIE LIFE POR CADA MES DE MUESTREO.

| Mes | Nº | Media | Desviación estándar | Min (cm) | Max (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 I, 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 en el mes de marzo y la talla mínima de 14 cm en el mes de octubre.

T. punctulatus, se adaptó fácilmente al cultivo en el estanque natural de en El salitre, distrito de Tantarica, pues los datos de la tabla I, nos muestra que se llegó a obtener peces grandes en comparación a otros estudios [15], quienes mediante el sistema de cultivo intensivo con recirculación llegaron a obtener especímenes de 11,801 cm; en otro estudio [16], 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 II
RESULTADO DE LOS PESOS TOTALES DE LA ESPECIE LIFE, EN LOS 5 MUESTREOS.

| Mes | Nº | Media | Desviación estándar | Min (g) | Max (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 |

Fuente:

En la tabla II, 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 $\pm 14,4$. 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 [15], quienes solo llegaron a obtener peces de pesos promedio a 18 g; en otro estudio se obtuvo un peso mucho menor con 14,64 g [16]. Estos pesos promedios ayudan a que los piscicultores generen más ingresos, pues ellos pueden venderlos a mejor precio en el mercado.

TABLA III
RESULTADOS DEL PESO DE LAS GÓNADAS DEL LIFE

| Mes | N° | Media | Desviación estándar | Mín (g) | Max (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 III 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 IV
VARIACIÓN DEL IGS SEGÚN MACHOS Y HEMBRAS DE LA ESPECIE LIFE

| Total | Hembra -IGS (%) | | | Macho-IGS (%) | | |
|-----------|-----------------|--------------|---------------|---------------|-----------|---------------|
| | 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 IV; se pudo determinar que las hembras desde el mes de octubre hasta marzo se observa un aumento en el desarrollo gonadal, 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.

TABLA V
RESULTADO DE LA MADURACIÓN SEXUAL DE *T. punctulatus*

| ESTADIO DE MADURACIÓN | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|--------|-------|-------------------|-------|
| | | Hembra | Macho | N° de especímenes | % |
| 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. 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 [14], 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.

B. ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

| | | | | | |
|--|----------|------|-------|------|------|
| | Abril | 8,05 | ±0,02 | 8,07 | 8,02 |
| | Promedio | 8,36 | ±0,35 | 8,46 | 8,28 |
| | Total | | | | |

TABLA VI

DATOS DE LAS VARIACIONES MENSUALES DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL ESTANQUE.

| | | Temperatura (°C) | | | |
|-----|----------------|------------------|---------------------|-------|-------|
| | | Media | Desviación estándar | Max | Min |
| 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 VI 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 [17].

La temperatura puede llegar a 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 [18]. Las variaciones agudas de temperatura a corto plazo pueden tener efectos drásticos y perjudiciales en la fisiología de los peces.

TABLA VII

DATOS DE LAS VARIACIONES MENSUALES DEL pH DEL AGUA DEL ESTANQUE.

| | | pH (und) | | | |
|-----|----------------|----------|---------------------|------|------|
| | | Media | Desviación estándar | Max | Min |
| 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 |
| | Promedio total | 8,36 | ±0,35 | 8,46 | 8,28 |

La tabla VII, 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 ±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 [19]. 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 [20] 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 cuán extremo este el valor y el tiempo que se encuentra expuesto el individuo suele producir mortandad [21]. En la mayoría de las especies, los rangos de 6,5 y 9 son las más óptimas pues debajo de los 6,5 las especies pueden llegar a tener un crecimiento muy lento y cesar su reproducción [22].

TABLA VIII

DATOS DE LAS VARIACIONES MENSUALES DEL OXÍGENO DISUELTO DEL AGUA DEL ESTANQUE.

| | | Oxígeno disuelto (mg/L) | | | |
|-----|----------------|-------------------------|---------------------|------|------|
| | | Media | Desviación estándar | Max | Min |
| 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 VIII, 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 ±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 [20], en peces juveniles en el que estuvo en promedio de 7,7 mg/L mediante el sistema de cultivo biofloc.

TABLA IX
DATOS DE LAS VARIACIONES MENSUALES DE LA CONDUCTIVIDAD DEL AGUA DEL ESTANQUE

| | | Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | |
|----------------|-----------|---|---------------------|--------|--------|
| | | Media | Desviación estándar | Min | Max |
| 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 IX, 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 de la piscigranja.

C. RESULTADO DE LA ESTADISTICA INFERENCIAL

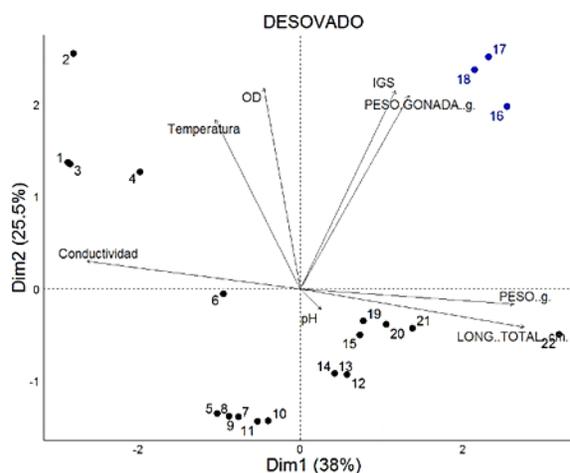
Los resultados obtenidos en la tabla X, de la correlación mediante la prueba de coeficiente de Spearman, nos indica que existe correlación directa lineal significativa ($r=0,258$), entre la temperatura del agua del estanque y el estadio de maduración sexual de la especie life, ($p=0,005 < 0,05$); la 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 ($r=-0,149$) ($p=0,071 > 0,05$).

TABLA X
RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA Y LA AMDUREZ SEXUAL DEL LIFE.

| | | T | pH | OD | Conductividad |
|-----------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|---------------|
| 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 |

Nota: T significa temperatura del agua de los estanques. OD oxígeno disuelto. ** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral). * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

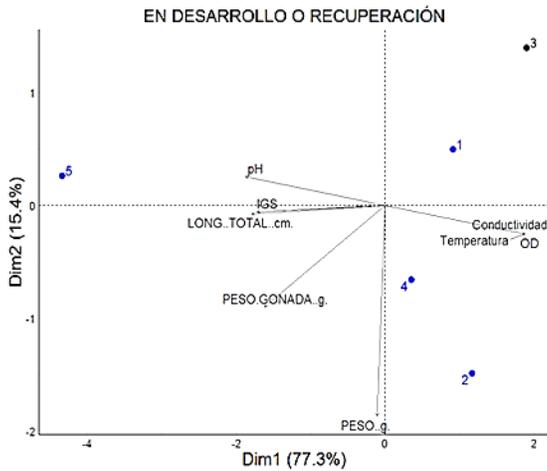
FIGURA II
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE DURANTE EL ESTADIO DE DESOVADO.



Nota: . hembras . Machos de la especie life

En el gráfico del análisis de componente principal durante el estadio de desove nos muestra que no hay una agrupación del IGS y el peso de la gónada con ningún parámetro físicoquímico del agua, más se observa que existe un agrupamiento de la longitud y peso total con la conductividad del agua.

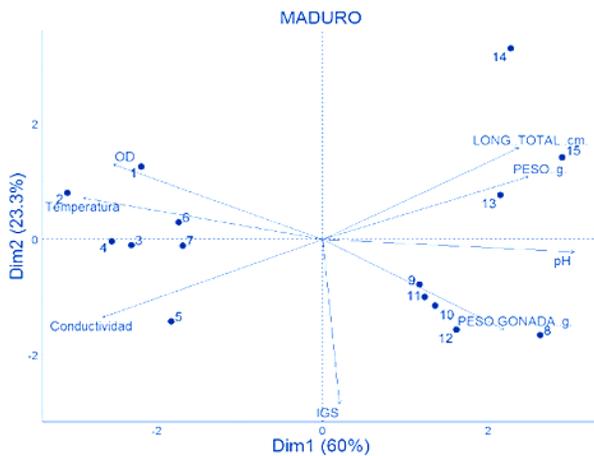
FIGURA II
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE DURANTE EL ESTADIO EN DESARROLLO O RECUPERACIÓN.



Nota: hembras. Machos de la especie life

Durante el estadio de desarrollo o recuperación se muestra en la figura II un agrupamiento del IGS con la temperatura, oxígeno disuelto y conductividad del agua, esto se contrasta con la correlación determinada, en donde nos muestra una correlación negativa, pero no son significativas.

FIGURA III
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE DURANTE EL ESTADIO MADURO

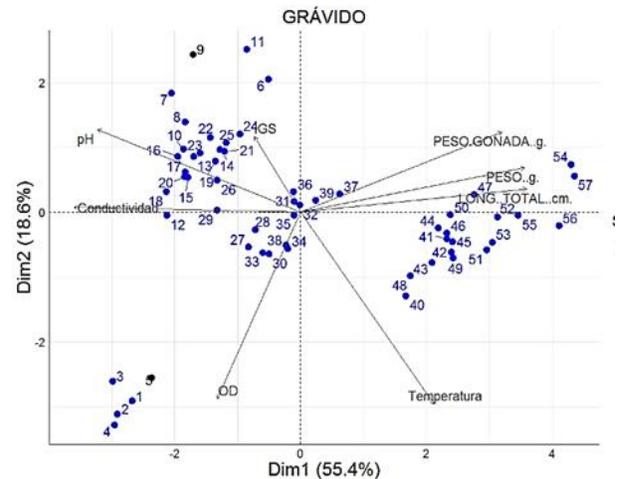


Nota: hembras de la especie life

En el estadio maduro figura III 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 en donde se

observa que el peso de las gónadas tiene una correlación significativa inversa ($p < 0,05$).

FIGURA IV
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE DURANTE EL ESTADIO MADURO



Nota: hembras . Machos de la especie life

En el estadio de grávido figura IV, 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.

En los estudios realizados 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 [23]. Los rangos de los factores fisicoquímicos son muy similares con la especie life, pero en esta especie existe una correlación mas significativa con la temperatura y el pH.

En otras especies, como en el de un pez ornamental, *Paracheirodon axelrodi*; las diferencias de pH pudieron llegar a desencadenar la maduración final e incluso el desove [24], 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 [25].

Con los análisis realizados podemos evidenciar que parámetros fisicoquímicos estarían más relacionados en la maduración sexual de la especie *T. punctulatus* para ser tomados en cuenta por los piscicultores que actualmente están cultivando la especie. Además, esto contribuye a que ellos puedan llegar a obtener peces maduros y ser usados para la obtención de semillas. Asimismo, se considera muy importante la evaluación de los factores fisicoquímicos antes de empezar a cultivar la especie life, aunque es un pez que soporta condiciones adversas, puede llegar a afectar el proceso de maduración sexual.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al 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” de la Universidad Nacional de Cajamarca

REFERENCES

- [1] FAO, “El estado mundial de la pesca y la acuicultura.” 2020, doi: <https://doi.org/10.4060/ca923es>.
- [2] J. Ramírez, N. Sandoval, and K. Vicente, *Sistema Nacional De Innovación en Pesca Y Acuicultura, fundamentos y propuestas 2017-2022*. 2018.
- [3] COMEXPERU, “Exportaciones del sector acuicultura crecieron un 34.7% en el periodo enero-mayo 2021,” *COMEXPERU*, 2021. [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).
- [4] H. Rodríguez and E. Anzola, “La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura,” *Fundamentos de acuicultura continental*. pp. 43–71, 2001, [Online]. Available: http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1438133977033~62.
- [5] E. Ríos, *Calidad del agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos*, Primera ed. Iquitos, Maynas-Loreto, 2021.
- [6] L. Suárez and G. Delgado, “Chemical Composition of ‘Life’ *Trichomycterus punctulatus* VALENCIENNES (1846) (Teleostei: Siluriformes: Tricomycetidae),” vol. 8, no. 2, pp. 40–48, 2018, doi: 10.21276/ljpaes.
- [7] J. Diana, “Aquaculture production and biodiversity conservation,” *Bioscience*, vol. 59, no. 1, pp. 27–38, 2009, doi: 10.1525/bio.2009.59.1.7.
- [8] L. Jiménez-Segura et al., *Guía lustrada Peces Cañón del río Porce*. Colombia: Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, 2014.
- [9] M. Sifuentes, “Composición, distribución y ecología de la ictiofauna de la cuenca del río Cañete, Lima, Perú,” Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017.
- [10] A. Vera, E. Oyague, L. Castañeda, and Z. Quinteros, “Hábitos alimenticios del bagre ‘life’ *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846) (Actinopterygii, Siluriformes) en el río Pisco, Perú,” *Ecol. Apl.*, vol. 12, no. 1–2, p. 121, 2013, doi: 10.21704/rea.v12i1-2.445.
- [11] B. Sánchez, M. Vitor, S. Mendieta, K. Rodríguez-Flores, J. Francia, and P. Baltazar, “Dieta y preferencia alimenticia de *Trichomycterus punctulatus* (Valenciennes, 1846) (Actinopterygii, Siluriformes) durante el invierno 2015, río Mala, Perú,” *ResearchGate*, no. September, 2015.
- [12] V. Alvitres and F. Chang, “Hábitos alimentarios de *Trichomycterus punctulatus* C. y V. cuencas del Chancay y Jequetepeque, Junio 65-Agosto 86,” *Univ. Rev. científica la Univ. Nac. Pedro Ruiz G.*, vol. 5, pp. 1–39, 1990, Accessed: Mar. 30, 2021. [Online]. Available: https://biblioteca.imarpe.gob.pe/opac_css/index.php?l=notice_display&id=646.
- [13] IMARPE, “Reporte de indicadores reproductivos de anchoveta Peruana *Engraulis ringens* del litoral Peruano—Junio 2016.” 2016, Accessed: May 01, 2021. [Online]. Available: http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/reportes/imarpe_rmbior_repro6_anch_jun2016.pdf.
- [14] A. Tresierra, A. Zafra, Z. Culquichicón, and M. Collazos, “Estructura gonadal, madurez sexual y tipo de reproducción de *Trichomycterus* sp. ‘Life’ en el Perú,” *REBIOL*, vol. 6, no. 2, pp. 43–56, 1987.
- [15] S. López and M. Lora, “Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* ‘Life’ en tres densidades poblacionales en un sistema de cultivo intensivo con recirculación,” *Sci. Agropecu.*, vol. 4, pp. 243–249,

2013, [Online]. Available: www.sci-agropecu.unitru.edu.pe.

- [16] J. Vega, “Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* ‘life’ en dos sistemas de cultivo intensivo: Recirculación y Biofloc,” Univesidad Nacional de Trujillo, 2021.
- [17] J. Bardach, W. Melarney, and J. Ryther, *Acuicultura: crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. Mexico, 1993.
- [18] H. Volkoff and I. Rønnestad, “Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish,” <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1765950>, vol. 7, no. 4, pp. 307–320, Oct. 2020, doi: 10.1080/23328940.2020.1765950.
- [19] F. Kubitzka, “El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH,” *Salud y Bienestar*, pp. 1–8, 2017, Accessed: Apr. 14, 2021. [Online]. Available: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>.
- [20] P. Rivera, “Sistema de cultivo de *Trichomycterus punctulatus* ‘life’ en tres densidades poblacionales,” Universidad Nacional de Trujillo, 2021.
- [21] H. Ibearugbulam *et al.*, “A study on physicochemical parameters of fish pond effluents: A case study of Umudibia fish farm,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1036, no. 1, p. 012005, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1036/1/012005.
- [22] L. Castro and E. Rodríguez, “Relación entre las prácticas de alimentación y su efecto sobre la calidad del agua en estanques de piscicultura.” pp. 4–62, 2021.
- [23] R. Hasan, eamin Hossain, Z. Mawa, and M. Hossain, “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 J. Biol. Sci.*, vol. 29, no. 2, pp. 1160–1174, Feb. 2022, doi: 10.1016/J.SJBS.2021.09.050.
- [24] E. García, K. Peña, E. Gómez, and H. Hurtado, “Efecto del pH sobre la proporción oocitaria de *Paracheirodon axelrodi* en cautiverio,” vol. 18, no. 2, pp. 25–37, 2014.
- [25] M. Carrillo, *La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura*. España-Madrid, 2009.