

Efecto de la crianza intensiva de truchas sobre la calidad del agua del río Chía en el distrito de Ingenio, Junín - Perú

Effect of intensive breeding of trout on the water quality of the Chía river in the district of Ingenio, Junín - Perú

Fernán Chanamé Z.⁽¹⁾, Manuel Bedriñana S.⁽²⁾, Denisse Bedriñana M.⁽³⁾

⁽¹⁾Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú

⁽²⁾Dirección Regional de la Producción - Junín

⁽³⁾Universidad Continental de Ciencias e Ingeniería
Email: fchaname@uncp.edu.pe

RESUMEN

Se evaluó la calidad del agua del río Chía, en el distrito de Ingenio durante el 2016, por efecto de la crianza intensiva de truchas. Se tomaron muestras de agua, en tres zonas de muestreo en forma trimestral, para determinar los siguientes parámetros fisicoquímicos: temperatura, color aparente, oxígeno disuelto (*ppm*), anhídrido carbónico (*ppm*), alcalinidad total (*ppm*), dureza total (*ppm*) y *pH*. La medición de la concentración del oxígeno disuelto se realizó por el método de Winkler modificado por Carrit & Carpenter (1986), del anhídrido carbónico por el método de la fenolftaleína o *NaOH*, de la alcalinidad total por el método de la neutralización, de la dureza total por el método de la neutralización (Fukushima *et al.* 1992) y el *pH* empleando un peachímetro digital. Los parámetros fisicoquímicos, presentaron variación según las zonas de muestreo: la temperatura entre 12.15 y 13 °C, el oxígeno disuelto entre 7 y 7.88 *ppm*, la dureza total entre 189.68 y 205.20 *ppm* y el *pH* entre 7.63 a 8.13, valores que se encuentran dentro los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas; mientras que el anhídrido carbónico varió de 5 y 6.63 *ppm* y la alcalinidad total de 141.08 a 209.95 *ppm*, valores que superan los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas. Se concluye que los resultados de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, permiten afirmar que la calidad del agua del río Chía, puede ser considerada como de regular a buena calidad ambiental, a pesar de la piscicultura intensiva de la trucha y las actividades humanas.

Palabras clave: Evaluación - Calidad de agua - Crianza intensiva - Truchas.

ABSTRACT

The water quality of the Chía river, in the district of Ingenio during the year 2016, was evaluated because of intensive breeding of trout. Water samples were taken in three sampling zones on a quarterly basis to determine the following physico-chemicals parameters: temperature, apparent color, dissolved oxygen (*ppm*), carbon dioxide (*ppm*), total alkalinity (*ppm*), total hardness (*ppm*) and *pH*. The measurement of the dissolved oxygen concentration was carried out by the method of Winkler modified by Carrit & Carpenter (1986), of the carbonic anhydride by the method of phenolphthalein or *NaOH*, of the total alkalinity by the method of neutralization, of the hardness total by the neutralization method (Fukushima *et al.* 1992) and *pH* using a digital peach meter. The physico-chemical parameters varied according to the sampling zones: temperature between 12.15 and 13 °C, dissolved oxygen between 7 and 7.88 *ppm*, total hardness between 189.68 and 205.20 *ppm* and *pH* between 7.63 and 8.13, values within the optimal parameters of water quality for the cultivation of trout; while carbon dioxide varied from 5 and 6.63 *ppm* and the total alkalinity from 141.08 to 209.95 *ppm*, values that exceed the optimal parameters of water quality for the cultivation of trout. It is concluded that the results of the physicochemical and biological parameters, allow to affirm that the water quality of the Chía river can be considered as regulating good environmental quality, despite intensive fish farming of trout and human activities.

Keywords: Evaluation - water quality - intensive breeding - trout.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas saludables proporcionan servicios hídricos que poseen un valor enorme para la sociedad gracias al control de inundaciones, el reabastecimiento de las aguas del subsuelo, la estabilización de las orillas de los ríos, la protección contra la erosión, la purificación del agua y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, los escenarios previstos para un futuro próximo, no se acercan a la imagen objetivo para un mundo equilibrado, renovable y sostenible (Piqueras, 2015).

Todas las actividades sociales y económicas dependen del suministro y calidad del agua dulce, lo que requiere, a su vez, una prudente conservación y una gestión sostenible del recurso (Campos, 2000; Colin, 2001). Siendo el agua un elemento indispensable, su calidad es un requisito muy importante para el uso designado; por tanto, es necesario conocer la calidad del agua antes de asignar el uso y definir el uso actual o probable antes de hablar de la calidad (Guevara y Cartaya, 2004). La contaminación de las aguas está relacionada con diversas actividades, destacándose las agrícolas y las ganaderas, al provocar la contaminación por medio de la escorrentía que fluye por la superficie del suelo, arrastrando y disolviendo las sustancias que han ido depositadas sobre el suelo. Los fertilizantes, productos fitosanitarios, además de la materia orgánica y otras sustancias tóxicas producidas por actividades ganaderas y por determinadas actividades industriales, son los principales compuestos contaminantes por escorrentía (Bautista, 2003).

La rápida expansión de la acuicultura, en los últimos años, ha generado una creciente preocupación por las externalidades que esta actividad puede provocar en el ambiente. Se hace necesario el desarrollo de herramientas que permitan una correcta gestión de esta actividad, para que llegue a ser sostenible.

Los parámetros fisicoquímicos y biológicos estandarizados para la calidad del agua determinan el tipo y su potencial uso. No obstante, hoy en día se plantean índices biológicos que fundamental y esencialmente mejoran, complementan y sustentan los parámetros de calidad dulceacuícola. Se ha propuesto el uso de bioindicadores como una herramienta complementaria para conocer la calidad del agua, sin que se plantee el reemplazo de la metodología tradicional de análisis fisicoquímicos y biológicos. Su uso es ventajoso, porque el muestreo se desarrolla mediante una metodología bien establecida, pudiendo dar una respuesta rápida a cambios ambientales tales como la contaminación basada en descargas domésticas (Vásquez *et al.*, 2006).

En todo sistema donde se cultivan organismos vivos, la alimentación es algo vital y como resultado de esto se generan residuos. Si los residuos no son bien manejados, ocurrirán problemas en dichos sistemas. Estos problemas pueden resultar en la muerte de los organismos que se cultivan. Los acuicultores, se preocupan de buscar las

mejores maneras de manejar los residuos. Para evaluar los efectos de los efluentes de la acuicultura, es necesario conocer la concentración del agua receptora.

La acuicultura es una actividad que ha ocasionado considerables daños en los ecosistemas, particularmente en los manglares y otras comunidades de vegetación nativa; así como, cambios en el flujo natural de los ríos. Además, la construcción de infraestructuras permanentes o semi-permanentes para contener y mantener el cultivo y la infraestructura de apoyo incrementan el área de afectación al ecosistema. Entre las perturbaciones indirectas se incluyen los cambios de salinidad del suelo y de los depósitos de agua dulce y la alteración de la carga de sedimentos en sistemas acuáticos adyacentes y cambios en la productividad.

El efecto de los desechos derivados de la actividad acuícola sobre el ecosistema depende de la modalidad e intensidad de cultivo. Los cultivos extensivos generalmente no requieren adiciones de nutrientes (fertilizantes) o químicos al sistema o bien son mínimos y generalmente son reciclados en el sistema. En cambio en cultivos intensivos requieren gran provisión de nutrientes y químicos. En términos generales, las descargas pueden contener: desechos sólidos particulados, desechos solubles y desechos químicos/ tóxicos, provenientes de material fecal y alimento no consumido.

En la microcuenca del río Chía existen dos centros de producción de truchas de menor escala y uno de mayor escala, los cuales utilizan alimento balanceado, medicamentos, cal viva como medidas de sanidad y, además, generan desechos orgánicos (materia fecal, restos de eviscerado, alimento no consumido), alterando la calidad del agua y la biodiversidad acuática.

La calidad del ambiente es uno de los aspectos más importantes y determinantes del bienestar humano y de los ecosistemas. Un ecosistema está en equilibrio cuando sus ciclos se cumplen con normalidad, restaurando los recursos utilizados; si el fenómeno no se produce en estas condiciones, el equilibrio se altera e inicia su deterioro.

Bajo este contexto se planteó el siguiente problema de investigación ¿Cuál será la calidad del agua del río Chía, en el distrito de Ingenio durante el 2016, por efecto de la crianza intensiva de truchas?

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

Objetivo general

Evaluar la calidad del agua del río Chía, en el distrito de Ingenio durante el 2016 por efecto de la crianza intensiva de truchas.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua del río Chía, durante el 2016.
- Determinar los parámetros biológicos del agua del río Chía, durante el 2016.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio del río Chía, se localiza en el paraje Uyluso, el cual geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas *UTM 8685556 N* y *470905 E*, a una altitud de *3539 m.s.n.m.* El paraje Uyluso, perte-

nece al distrito de Ingenio, provincia de Huancayo, departamento de Junín, es conocido como el valle Azul.

Se establecieron tres zonas de muestreo: Zona 1. Altura de la Comunidad Campesina de Ancal, Zona 2. Ingreso al centro piscícola El Ingenio, Zona 3. Salida del centro piscícola El Ingenio.

Figura 1. Localización de las zonas de muestreo en el río Chía



2.2. Métodos

In situ, se determinaron los siguientes parámetros físicos: temperatura, color aparente y turbidez.

La determinación del color aparente, se realizó mediante observación visual y la temperatura del agua, usando un termómetro protegido en cada una de las zonas de muestreo.

Se realizaron colectas de agua del río Chía, en cada una de las zonas de muestreo en forma trimestral durante el año 2016, para determinar los siguientes parámetros químicos: oxígeno disuelto (*ppm*), anhídrido carbónico (*ppm*), alcalinidad total (*ppm*), alcalinidad total (*ppm*) y *pH*.

La medición de la concentración del oxígeno disuelto se realizó por el método de Winkler modificado por Carrit & Carpenter (1986), del anhídrido carbónico por el método de la fenoltaleína o *NaOH*, de la alcalinidad total por el método de la neutralización, de la dureza total por el método de la neutralización (Fukushima *et al.*, 1992) y el *pH* empleando un peachímetro digital.

El análisis de los parámetros químicos y biológicos del agua, se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Tabla N° 01. Valores mínimos, máximos y promedios de los parámetros fisicoquímicos del río Chía, durante el 2016

| Parámetro | Zona 1 | | | Zona 2 | | | Zona 3 | | |
|---------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | Min. | Max. | Prom. | Min. | Max. | Prom. | Min. | Max. | Prom. |
| Temperatura (°C) | 11.5 | 13 | 12.15 | 11.5 | 14 | 12.25 | 11.5 | 14 | 13 |
| Color aparente | inc | inc | inc | inc | inc | inc | inc | inc | inc |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 7.01 | 8.5 | 7.88 | 7 | 7.5 | 7.25 | 6.5 | 7.5 | 7 |
| Anhídrido carbónico (ppm) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 9 | 6.63 |
| Alcalinidad total (ppm) | 58.85 | 205.2 | 148.76 | 68.4 | 188.1 | 141.08 | 153.9 | 307.8 | 209.95 |
| Dureza total (ppm) | 160 | 222.5 | 189.68 | 188.1 | 222.3 | 205.20 | 171.1 | 205.2 | 192.88 |
| <i>pH</i> | 8 | 8 | 8 | 8 | 8.13 | 8 | 7.5 | 8 | 7.63 |
| Silicatos | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - |
| Nitritos | - | - | - | 0.015 | 0.025 | 0.022 | - | - | - |

Zona 1: Altura Comunidad campesina de Ancal; **Zona 2:** Ingreso al centro piscícola El Ingenio; **Zona 3:** Salida del centro piscícola El Ingenio. *Min:* mínimo; *Max:* máximo; *Prom:* promedio. *Inc:* incoloro

Tabla N° 02. *Parámetros fisicoquímicos en la zona 1 del río Chía, durante el 2016*

| Parámetro | Marzo | Junio | Setiembre | Diciembre |
|---------------------------|-------|-------|-----------|-----------|
| Temperatura (°C) | 11.5 | 13.1 | 11 | 13 |
| Color aparente | inc | inc | inc | inc |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 8 | 7.01 | 8 | 8.5 |
| Anhídrido carbónico (ppm) | 5 | 4 | 5 | 6 |
| Alcalinidad total (ppm) | 58.85 | 160 | 205.2 | 171 |
| Dureza total (ppm) | 222.5 | 160 | 188.1 | 188.1 |
| pH | 8 | 7.5 | 8 | 8.5 |
| Silicatos (ppm) | - | 4 | - | - |

Tabla N° 03. *Parámetros fisicoquímicos en la zona 2 del río Chía, durante el 2016*

| Parámetro | Marzo | Junio | Setiembre | Diciembre |
|---------------------------|-------|-------|-----------|-----------|
| Temperatura (°C) | 11.5 | 11.5 | 12 | 14 |
| Color aparente | inc | inc | inc | inc |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 7.5 | 7.5 | 7 | 7 |
| Anhídrido carbónico (ppm) | 5 | 5 | 6 | 5 |
| Alcalinidad total (ppm) | 188.1 | 68.4 | 136.8 | 171 |
| Dureza total (ppm) | 205.2 | 222.3 | 205.2 | 188.1 |
| pH | 8 | 8.5 | 8 | 7.5 |
| Nitritos (ppm) | - | 0.025 | 0.025 | 0.015 |

Tabla N° 04. *Parámetros fisicoquímicos en la zona 3 del río Chía, durante el 2016*

| Parámetro | Mar | Jun | Set | Dic |
|---------------------------|-------|------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | 11.5 | 12.5 | 14 | 14 |
| Color aparente | inc | inc | inc | inc |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 7.5 | 7 | 6.5 | 7 |
| Anhídrido carbónico (ppm) | 5 | 9 | 6 | 6.5 |
| Alcalinidad total (ppm) | 307.8 | 190 | 153.9 | 188.1 |
| Dureza total (ppm) | 205.2 | 190 | 171.1 | 205.2 |
| pH | 8 | 8 | 8.5 | 8 |

Tabla N° 05. *Comparación de los parámetros fisicoquímicos del río Chía, con los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas (Klontz, 1991)*

| Parámetro | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Parámetros óptimos |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| | Prom | Prom | Prom | |
| Temperatura (°C) | 12.15 | 12.25 | 13 | 10-20 |
| Color aparente | inc | inc | inc | Inc. |
| Oxígeno disuelto (ppm) | 7.88 | 7.25 | 7 | > 5 |
| Anhídrido carbónico (ppm) | 5 | 5 | 6.63 | < 2 |

| | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|
| Alcalinidad total (ppm) | 148.76 | 141.08 | 209.95 | 30-200 |
| Dureza total (ppm) | 189.68 | 205.20 | 192.88 | 50-250 |
| pH | 8 | 8.13 | 7.63 | 6.4-8.4 |
| Silicatos (ppm) | 4 | - | - | - |
| Nitritos (ppm) | - | 0.022 | - | < 0.55 |

Parámetros biológicos

Tabla N° 06. *Registro de género y especies de las comunidades biológicas del río Chía, durante el año 2016*

| Parámetro | Mar | Jun | Set | Dic |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Ulva | | x | x | |
| Spirogyra | | x | x | x |
| Lumbricus | x | x | x | x |
| Arthripsodes | | x | x | x |
| Coera | | x | x | x |
| helicopsodes | | x | x | x |
| Baitisca | | x | x | x |
| Cloem | | x | x | x |
| Pentaneura | | x | x | x |
| Tendips | | x | x | x |
| Dugesia sp | x | x | x | x |
| Helobdella sp | x | x | x | x |
| Hyaella pauperocavae | x | x | x | x |
| Oncorhynchus mykiss | x | x | x | x |
| Pigydium sp | | x | x | x |

DISCUSIÓN

Al analizar los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos de las tres zonas del recurso hídrico evaluado (Tabla 1), se observa variación según las zonas de muestreo: la temperatura entre 12.15 y 13 °C, el oxígeno disuelto entre 7 y 7.88 ppm, la dureza total entre 189.68 y 205.20 ppm y el pH entre 7.63 a 8.13, estos valores se encuentran dentro los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas (Klontz, 1991). El anhídrido carbónico varió de 5 y 6.63 ppm y la alcalinidad total de 141.08 a 209.95 ppm, estos valores superan los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas (Klontz, 1991).

Referente a los parámetros fisicoquímicos, de las tres zonas evaluadas del río Chía, Chanamé (2012) indica que la temperatura, es un factor ecológico muy importante para la vida de los microorganismos acuáticos, ya que de esta depende su crecimiento, desarrollo y reproducción debido que este factor está íntimamente ligado a la actividad metabólica de los microorganismos acuáticos. Asimismo, respecto al color aparente del agua, este pa-

rámetro varía de incoloro (épocas de estiaje) debido a la ausencia del material en suspensión, pero la calidad del agua, no sufre ninguna alteración, porque este fenómeno no es permanente.

En cuanto al oxígeno disuelto menciona que, es un factor importante en los procesos vitales de los organismos acuáticos, dependiendo de su concentración y la distribución de las especies. El consumo de oxígeno por el pez esta en relación con la actividad que realiza, con la temperatura del agua, su tamaño, nutrición, estación del año, actividad reproductiva, etc. De allí la importancia de tener en cuenta al evaluar el tenor de oxígeno disuelto en un recurso hídrico. Según Piqueras (2015), el oxígeno disuelto, se trata de un indicador, porque valores por debajo de 4 mg/L marcan el límite habitable para peces y demás organismos acuáticos. Los valores obtenidos en todos los puntos, indican que no existen sustancias consumidoras de este elemento, por lo que no hay contaminación orgánica y no es limitante para la fauna acuática.

En relación al anhídrido carbónico, indica que es un gas que se encuentra normalmente en el agua en concentraciones bajas, ya sea en forma de ácido débil, carbonatos, bicarbonatos o en forma libre en producto de procesos fisiológicos, respiratorios de los organismos acuáticos, producto de la descomposición de los mismos. Asimismo, en relación a la alcalinidad, manifiesta que determina el nivel de productividad de las aguas, la cual es expresada como carbonato de calcio ($CaCO_3$), está referida a la concentración de reservas alcalinas; las sales de carbonato de calcio y bicarbonato de calcio, que se constituyen en los principales componentes de la estructura esquelética de los peces.

Referente a la dureza total refiere que, es la capacidad de solubilidad del agua en un ambiente natural, está dada por la presencia de sales de magnesio y calcio, los mismos que intervienen en el metabolismo y composición de los organismos acuáticos.

Respecto al potencial de hidrógeno (*pH*) manifiesta que, es un factor importante considerado para la evolución, desde el punto de vista del compartimiento químico del agua, por constituirse en el regulador de la actividad metabólica, al intervenir en el equilibrio ácido-básico.

Al describir trimestralmente durante el año de estudio, los promedios de los parámetros fisicoquímicos encontrados por zona (tablas 2, 3 y 4), en función parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas, se tiene que los valores de temperatura obtenidos se encuentran en el intervalo de 11 - 13.1 °C para la zona 1; para la zona 2, estuvo entre 11.5 y 14 °C y; para la zona 3, entre 11.5 y 14 °C, fundamentado por el hecho de que en la zona de estudio, el río presenta una abundante vegetación ribereña, lo cual resulta en una menor incidencia de rayos solares, donde la misma no debe superar los

20 °C. En cuanto al oxígeno disuelto, varió de 7.01 a 8.5 ppm para la zona 1; para la zona 2, varió de 7 a 7.5 ppm y; para la zona 3, de 6.5 a 7.5 ppm. Referente a la dureza total, varió de 160 a 222.5 ppm para la zona 1; para la zona 2, estuvo entre 188.1 y 222.3 ppm y; para la zona 3, entre 171.1 a 205.2 y, respecto al *pH*, se encuentra entre 7.5 y 8.5 para la zona 1; para la zona 2, varió de 7.5 a 8.5 y; para la zona 3, también varió de 7.5 a 8.5, mostrando poca variación en las tres zonas evaluadas, favoreciendo a muchos sistemas biológicos; no obstante los valores se encuentran dentro de los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas (Klontz, 1991). En cuanto al anhídrido carbónico, los valores se encuentran entre 4 y 6 ppm para la zona 1; para la zona 2, también entre 4 y 6 ppm y; para la zona 3, varió de 5 a 9 ppm. En relación a la alcalinidad total, los valores variaron de 58.85 a 205.2 ppm para zona 1; para la zona 2, de 68.4 a 188.1 ppm y; para la zona 3, se encuentran entre 153.9 y 307.8 ppm, estos valores superan los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas (Klontz, 1991).

Respecto al nitrito, los valores de este nutriente para la zona 2 variaron de 0.015 a 0.025 ppm, los cuales se encontraron muy por debajo de los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas (Klontz, 1991).

De acuerdo los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas (Klontz, 1991), las tres zonas estudiadas del río Chía cumplen con los rangos establecidos para los siguientes parámetros fisicoquímicos: temperatura, oxígeno disuelto, dureza total y *pH*, mientras que para el anhídrido carbónico y la alcalinidad total no cumplen con los rangos establecidos, ya que los valores registrados, superan los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas.

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten afirmar que el agua del río Chía, aún puede ser considerada como de regular a buena calidad ambiental, a pesar de que debido a la piscicultura intensiva y las actividades humanas, el río, pudiera verse seriamente afectado si no se toman medidas preventivas tales como que el agua debe recibir un tratamiento previo en pozas de sedimentación, antes de ser vertidas al río a fin de evitar la alteración del ecosistema acuático.

Al analizar el registro de género y especies de las comunidades bióticas del río Chía, durante el año 2016 (Tabla 6), en las tres zonas evaluadas, se evidencia que el nivel de identificación taxonómico ha sido diferente para las cuatro comunidades biológicas, habiéndose analizado mayoritariamente a nivel de género y, en algunos casos, a nivel de especie; así la estructura de la comunidad del fitoplancton estuvo formada por 2 taxones, la comunidad de macroinvertebrados por 12 taxones, la ictiofauna por 2 taxones y las macrofitas acuáticas por 6 taxones, esta estructura permite inferir que el agua del río Chía,

aún puede ser considerada como de regular a buena calidad ambiental.

Según Pardo *et al.* (2010), la determinación de estas condiciones de referencia, usando a las comunidades biológicas que habitan en lugares definidos, es imprescindible para la evaluación del estado ecológico de los ríos, ya que representan en qué condiciones deberían encontrarse los ríos si no hubieran sido degradados por actividades de origen antrópico.

CONCLUSIONES

- La temperatura del agua del río Chía, durante el 2016, varió de 12.15 a 13 °C, por lo que se encuentra dentro los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas.
- El oxígeno disuelto, la dureza total y el pH del agua del río Chía, durante el 2016, se encontraron entre 7 y 7.88 ppm, 189.68 y 205.20 ppm, 7.63 y 8.13, respectivamente, por lo que se encuentra dentro los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas.
- El anhídrido carbónico y la alcalinidad total del agua del río Chía, durante el 2016, variaron de 5 a 6.63 ppm, 141.08 a 209.95 ppm, respectivamente, superando los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas.
- El fitoplancton estuvo formado por 2 taxones, los macroinvertebrados por 12 taxones, la ictiofauna por 2 taxones y las macrofitas acuáticas por 6 taxones.
- Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, permiten afirmar que la calidad del agua del río Chía, puede ser considerada como de regular a buena calidad ambiental, a pesar de la piscicultura intensiva de la trucha y las actividades humanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (2014). Acuicultura sostenible. Buschmann, A. 2001. Efectos ambientales en la acuicultura.
- Buschmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo.
- Clifford, B. & Taylor, R. (2008). Bioestadística. 1. ed. México: Pearson Educación. 538 p.
- Chanamé, Z. (2012). Manual de acuicultura continental. Facultad de Zootecnia - UNCP. Huancayo, Perú.
- Fukushima, M.; Saldaña, G. y Sifuentes, G. (1992). Manual de métodos limnológicos. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.
- Klontz, G. (1991). Manual for rainbow trout production on the family-owned. Department of Fish and Wildlife Resources. University of Idaho. Moscow.
- Mariano, M. y Mayta, E. (2008). Manejo sustentable del cultivo de truchas en jaulas. Junín. ISBN: 978-

9972-33-860-1.

- Pardo, I.; Abraín, R.; Gómez, C. y García, E. (2010). Tipología de ríos y conformidad con las comunidades biológicas en el ámbito de las confederaciones hidrográficas del Cantábrico y Miño - Sil. 28 + xi pp. NIPO 783-10-003-9.
- Piqueras, V. (2015). Calidad físico-química del agua en los manantiales de los términos municipales de Benafar, Caudiel y Viver (Castellón).
- Rabassó, M. (2013). Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos.
- Torralba, A.; Burrial, J.; Menéndez, F. y Ocharan, J. (2006). Efectos de tres piscifactorías de salmónidos sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de los ríos donde se ubican. Congreso Interamericano Virtual de Acuicultura - (CIVA).
- Storaci, V.; Fernández, R. y Smits, G. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante bioindicadores microbiológicos y parámetros fisicoquímicos. Interciencia. Vol. 38 N° 07 pág. 480 - 487.