



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO DE
ALEVINOS *Oncorhynchus mykiss* “Trucha arco iris” EN
ESTANQUES DE CONCRETO EN LOS DISTRITOS DE SAN
ANTÓN Y CRUCERO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RUTH VANESSA LUJANO PACSI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

*Dedico esta tesis con mucho cariño a mis padres **José, Elvira y mi hermano Jesús** quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante a pesar de los obstáculos. Gracias*

*A mi amado hijo **Adair** por ser mi fuente de motivación e inspiración para poderme superar día a día y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.*

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nadie a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas con las que compartimos cinco años de estudio.

Ruth Vanessa.



AGRADECIMIENTOS

- Agradecer en primer lugar a Dios por guiarme durante el recorrido de mi vida, así mismo agradecer a mi director de Tesis M.Sc. Edwin Federico Orna Rivas, quien con su apoyo, dirección, experiencia, conocimiento, motivación y paciencia me acompañó durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Proyecto Especial Truchas Titicaca del Gobierno Regional de Puno, por permitirme desarrollar el presente trabajo de investigación en el proyecto que estuvo en ejecución; en especial al director del Proyecto.
- A mis miembros de jurado a D.Sc. Belisario Mantilla Mendoza, M.Sc. Feliz Rodolfo Meza Romualdo y al M.Sc. Jose David Velezvia Diaz por sus aportes oportunos para lograr mejorar el presente trabajo de investigación.
- A mis amigos Isaac, Flavio, Raúl, Ronal quienes me alentaron y motivaron en cada momento hasta lograr este propósito.

Ruth Vanessa.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	16
2.2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1.1. Generalidades de la trucha arcoíris.....	18
2.1.2. Manejo del alevino de Trucha arcoíris	21
2.1.3. Características del recurso hídrico para la crianza de trucha.....	21
2.1.4. Manejo Técnico de alevinos	27
2.1.5. Tipos de estanque utilizados para la crianza de la trucha	30
2.1.6. Estanques de alevinaje	32



2.1.7. Necesidades nutricionales de la trucha	32
---	----

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	34
3.2. EVALUAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA (TEMPERATURA, CAUDAL, OXIGENO, NITRITOS, NITRATOS Y DUREZA) DE CULTIVOS DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (Oncorhynchus Mykiss) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.....	34
3.1.1. Siembra de alevinos	34
3.1.2. Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	35
3.3. DETERMINAR Y COMPARAR LA BIOMETRÍA DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (Oncorhynchus mykiss) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.	38

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA (TEMPERATURA, CAUDAL, OXÍGENO, NITRITOS, NITRATOS Y DUREZA) DE CULTIVOS DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (Oncorhynchus Mykiss) EN ESTANQUES DE CONCRETOS DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.....	40
4.2. DETERMINAR Y COMPARAR LA BIOMETRÍA DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (Oncorhynchus mykiss) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.	43
V. CONCLUSIONES	51



VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	60

ÁREA: Ciencias Biomédicas

LÍNEA: Acuicultura

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22/11/2021



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Longitud y peso de los alevinos del distrito de Crucero	44
Figura 2. Longitud y peso de los alevinos del Distrito de San Antón	44
Figura 3. Comparación de las longitudes de los alevinos de los distritos de Crucero y San Antón.....	45



ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del agua para la crianza de la trucha arcoíris ...	27
Tabla 2. Interpretación de la correlación	39
Tabla 3. Valores de los parámetros fisicoquímicos del agua del distrito de Crucero.....	41
Tabla 4. Valores de los parámetros fisicoquímicos del agua del distrito de San Antón.	42
Tabla 5. Comparación entre los parámetros fisicoquímicos de las aguas de los distritos de Crucero y San Antón.....	43
Tabla 6. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y la longitud de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de Crucero.....	46
Tabla 7. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y la longitud de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de San Antón.....	47
Tabla 8. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y el peso de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de Crucero.....	48
Tabla 9. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y el Peso de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de San Antón	49



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el primer mes	61
Anexo 2. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el segundo mes.	62
Anexo 3. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el tercer mes	63
Anexo 4. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el primer mes.....	64
Anexo 5. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el segundo mes	65
Anexo 6. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el segundo mes	66



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANVA	: ANÁLISIS DE VARIANZA
TC	: TASA DE CRECIMIENTO
FCA	: FACTOR DE CONVERSION ALIMENTARIA
KF	: CONDICION FINAL
FAO	: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN
OD	: OXÍGENO DISUELTO
mg/l	: MILIGRAMOS POR LITRO
ppm	: PARTES POR MILLON
DBO	: DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO
DQO	: DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO
FONDEPES	: FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO
CP	: CENTRO POBLADO
BPA	: BUENAS PRACTICAS ACUÍCOLAS



RESUMEN

La evaluación se realizó en los distritos de San Antón y Crucero, pertenecientes a las provincias de Azángaro y Carabaya respectivamente, durante los meses Junio a Setiembre del 2020, el recurso hídrico fue captado de un manantial en el C.P Tupac Amaru (San Antón) y del rio Oscoroque (Crucero). La investigación se realizó con el objetivo de evaluar las condiciones de cultivo de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques de concreto, para lo cual se utilizaron 02 estanques de concreto, uno por distrito, donde se sembraron 600 alevinos de trucha arco iris de 2.5cm de longitud en cada estanque. Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, caudal, pH, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, fosfatos y dureza), utilizando un kit de muestreo de agua marca Hach, para posteriormente comparar los valores de los parámetros fisicoquímicos de ambos distritos, asimismo se realizó la biometría de los alevinos mensualmente para determinar el efecto que tienen los parámetros fisicoquímicos en la longitud y peso de los alevinos, luego se compararon los promedios de la longitud y el peso de los alevinos de los dos distritos evaluados. Para determinar la diferencia entre los valores de los parámetros fisicoquímicos de los distritos de Crucero y San Antón se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey mediante el programa Minitab versión 19, asimismo para determinar la relación de los parámetros fisicoquímicos con el peso y la longitud de los alevinos se utilizó la prueba de correlación de Pearson y finalmente para determinar la diferencia entre el peso y la longitud de los alevinos de los dos distritos se realizó el ANVA y la prueba de Tukey. Los parámetros fisicoquímicos de los distritos de Crucero y San Antón presentan valores adecuados para la crianza de la trucha, sin embargo, existen diferencias muy marcadas, pues el agua del distrito de Crucero presenta mayor oxígeno disuelto (6.97 ppm), pH más alto (7.2), mayor caudal (10.57l/s) y una dureza muy inferior (54.35mg/l) que el agua del distrito de San Antón. Asimismo, el peso y la longitud de los alevinos del distrito de Crucero son significativamente mayores con una longitud final de 11.5cm, un peso de 19.5g y un promedio de 8.93g de peso y 7.67cm de longitud, en comparación a los alevinos del distrito de San Antón, donde la longitud final de los alevinos fue de 10.5cm, 14.5g de peso con un promedio de 6.20g de peso y 6.17cm de longitud después de tres meses de la siembra. Por otra parte, la temperatura, el caudal y la dureza son los parámetros que influyen positivamente y significativamente en el crecimiento de los alevinos en el distrito de Crucero, del mismo modo la temperatura, la dureza influyen positivamente en el crecimiento de los alevinos y los nitritos influyen negativamente en el crecimiento de los alevinos de trucha en el distrito de San Antón.

Palabras Clave: Calidad, correlación, longitud, parámetros y peso



ABSTRACT

The evaluation was carried out in the districts of San Antón and Crucero, belonging to the provinces of Azángaro and Carabaya respectively, during the months of June to September 2020, the water resource was captured from a spring in the CP Tupac Amaru (San Antón) and from the Oscoroque river (Crucero). The research was carried out with the objective of evaluating the culture conditions of rainbow trout fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*) in concrete ponds, for which 02 concrete ponds were used, one per district, where 600 rainbow trout fingerlings were sown. 2.5cm in each pond. The physicochemical parameters of the water were evaluated (temperature, flow, pH, dissolved oxygen, nitrates, nitrites, phosphates and hardness), using a Hach kit, to later compare the values of the physicochemical parameters of both districts, also the biometry of the fingerlings monthly to determine the effect that the physicochemical parameters have on the length and weight of the fingerlings, then the averages of the length and weight of the fingerlings from the two districts evaluated were compared. To determine the difference between the values of the physicochemical parameters of the Crucero and San Antón districts, an analysis of variance and the Tukey test were performed using the Minitab version 19 program, also to determine the relationship of the physicochemical parameters with weight and The length of the fingerlings was used the Pearson correlation test and finally, to determine the difference between the weight and the length of the fingerlings of the two districts, the ANVA and the Tukey test were carried out. The physicochemical parameters of the districts of Crucero and San Antón present adequate values for trout rearing, however there are very marked differences, since the water of the district of Crucero has higher dissolved oxygen (6.97 ppm), higher pH (7.2), higher flow (10.57l / s) and a much lower hardness (54.35mg / l) than the water from the San Antón district. Likewise, the weight and length of the fry from the Crucero district are significantly greater with a final length of 11.5cm, a weight of 19.5g and an average of 8.93g in weight and 7.67cm in length, compared to the fry from the district of San Antón, where the final length of the fingerlings was 10.5cm, 14.5g in weight with an average of 6.20g in weight and 6.17cm in length after three months after sowing. On the other hand, temperature, flow and hardness are the surfaces that positively and significantly influence the growth of fingerlings in the Crucero district, in the same way, temperature, hardness positively influences the growth of fingerlings and nitrites. Negatively influence the growth of trout fingerlings in the district of San Antón.

Keywords: quality, correlation, length, parameters and weight



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Puno se realiza la crianza de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistemas controlados como estanques, cuya producción ha dependido directamente del balance entre los factores bióticos y factores abióticos (oxígeno disuelto, temperatura, pH, nitratos, nitritos, sulfatos entre otros), en la actualidad los sistemas de cultivo presentan problemas de orden hidrológico como el caudal, tiempo de circulación, llenado y vaciado de pozas, velocidad de sedimentación, entre otros, de igual manera tiene mucha importancia la calidad del agua. En la actualidad la mayoría de centros de producción de alevinos, no registran ni analizan los parámetros físicos y químicos del agua que utilizan, como temperatura, oxígeno, pH, nitratos, nitritos, dureza, entre otros; lo que dificulta la corrección de las variaciones extremas de estos parámetros provocando problemas en el proceso productivo de la trucha. La producción exitosa de la trucha en estanques depende de cuatro aspectos fundamentales: Calidad de agua (parámetros físicos, químicos y biológicas), calidad de alevinos, calidad de alimento y buenas prácticas acuícolas (BPA), además del grado de control alcanzado en la calidad del agua, por lo que los valores del agua deben de ser óptimos y constantes para el desarrollo adecuado de la trucha, los valores de los parámetros fisicoquímicos para la crianza de trucha deben de ser 10°C a 16°C de temperatura, 6.5 a 8 de pH, 6.5 a 9 ppm de oxígeno disuelto, 60 a 300mg/l de dureza, menor a 10mg/l de nitrato, menor a 0.05mg/l de nitritos y menor a 0.012mg/l de nitrógeno amoniacal, en este contexto es conocido que los centros de producción con aguas de calidad tienen mejor producción tanto en cantidad y calidad. Las evaluaciones de tipo técnico más probables que influyen sobre la diferencia biométrica en alevinos, pueden ser la calidad y cantidad de agua que discurre por dichos



centros piscícolas, lo cual deberá ser acompañado por un registro de los parámetros físico químicos para poder determinar la causa de dicha diferencia mencionada.

Existe en la actualidad un gran interés en el uso de tecnologías (recirculación) de producción que resuelvan los problemas relacionados con la mala calidad del agua y la sobreexplotación del recurso hídrico en sistemas de producción tradicional, para tal efecto se necesita el monitoreo de la calidad del agua de forma permanente, realizando muestreos diarios de los parámetros físicos y químicos para determinar la calidad y proceder a realizar las acciones necesarias en caso de no ser las adecuadas para la crianza de trucha arco iris.

Respecto al conocimiento de la evaluación de crecimiento y calidad del agua en el cultivo de alevinos de trucha arco iris en estanques no hay reportes actualizados. Por tanto, es nuestro interés el estudio y la identificación de los factores que afectan el crecimiento de los alevinos de trucha arco iris. Por lo tanto, nos planteamos los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua y su influencia sobre el cultivo de alevinos de “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques en los Distritos de San Antón y Crucero.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros físicos y químicos del agua (temperatura, caudal, oxígeno, nitritos, nitratos y dureza) de cultivo de alevinos de “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques de concreto de los Distritos de San Antón y Crucero.



- Determinar y comparar la biometría de alevinos de “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) cultivados en estanques de concreto de los Distritos de San Antón y Crucero.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Los parámetros fisicoquímicos son de vital importancia para la acuicultura, el oxígeno es por mucho la variable más importante en la calidad del agua, la cual depende mucho de la temperatura, densidad, alimentación y aireación, su nivel no debe ser menor a 4mg/l, de igual forma el pH en acuicultura está en el rango de 6.5 y 9, dependiendo de la especie. Además es recomendable que la dureza y alcalinidad estén por encima de 50mg/l (Hernández *et al.*, 2009).

Con respecto a la crianza de la carpa, los valores óptimos requerido de oxígeno disuelto es de 8.4mg/l, 7-8 de pH, un temperatura del agua superior a 20° C, y 45mg/l de nitratos, estos valores permiten el crecimiento y reproducción de la carpa (Hernández & León, 2006).

De igual forma Escobar (2019), manifiesta que las aguas del lago Titicaca (Cusipata), presentan características fisicoquímicas óptimas para el cultivo de la trucha siendo estas de 14.4° C de temperatura, 8.79 de pH, 0.13mg/l de nitrógeno amoniacal, 6.81mg/l de oxígeno disuelto, 0.09mg/l de fosfatos y 0.01mg/l de nitratos. Además Venegas *et al.* (2008) manifiestan que la temperatura óptima para la crianza de trucha es de 10° C a 16° C, aunque en su sistema cultivo experimental evidenció que pueden vivir hasta 18. 3° C. Por otra parte Pérez, (2016) hace mención que la crianza de trucha incrementa la concentración de fósforo en la laguna Arrapa, alcanzando valores de 32.79mg/m³.

García (2018), reporta que en un lago donde se cultiva tilapia roja en etapa de levante el oxígeno disuelto esta e el rango de 3.3mg/l a 11mg/l, la temperatura de 27° C



a 35° C, el amonio constante en 1mg/l, la dureza en 120mg/l, pH de 7.2 a 8.2 y la alcalinidad en 40mg/l. De la misma manera Arboleda (2006) sostiene que los peces de aguas frías como la trucha arcoíris viven en aguas a 10°C - 17° C, de temperatura, de 6.5 a 9 de pH y un mínimo de 5ppm de oxígeno disuelto; los peces de agua dulce requieren aguas con un dureza menor a 80ppm, una alcalinidad mayor a 20ppm, de la misma manera la turbiedad es un parámetro que se debe controlar.

Zárate *et al.* (2018) en su estudio sobre la caracterización de la crianza de la trucha en Chincheros, manifiesta que el 70% de productores no llevan registros de producción, asimismo menciona que las variaciones de los parámetros fisicoquímicos, escases de agua, enfermedades, mala semilla y fenómenos climatológicos causan de 4.8 al 47.5% de mortalidad.

En los sistemas de recirculación cerrado los parámetros fisicoquímicos se mantiene dentro de los límites razonables para el cultivo de trucha, a excepción del N-NH₃, el cual excede los límites para la crianza de trucha, sin embargo este sistema permite el 99% de sobrevivencia con un adecuado tratamiento del agua (Ingle de la Mora *et al.*, 2003). Igualmente Vega *et al.* (2015) afirman que un pH mayor a 6 y una dosis de calcio de 10mg/l reduce considerablemente la toxicidad del aluminio en alevinos de trucha.

Parte de los factores que influyen en la producción y calidad de alevinos de trucha en la región de Puno son los parámetros fisicoquímicos, ya que los laboratorios con mejores valores fisicoquímicos producen mejores alevinos, además un mejor caudal de agua permite una mejor distribución de este recurso y por ende una mejor productividad (Gutiérrez, 2014) . Las estrategias de alimentación favorecen el desarrollo de los peces obteniendo mejores tasas de crecimiento e índices biométricos (Perdomo *et al.*, 2013).

Alegría (2016), en su estudio sobre la caracterización de parámetros físicos y químicos en piscigranjas del rio Obrajillo manifiesta que la crianza de trucha incrementa



los valores de fosfatos totales de 1.39 a 2.7mg/l. Además Poma (2013) hace mención que no existe diferencia significativa entre alevinos nacionales e importados con respecto a su tasa de crecimiento y su conversión alimentaria en la piscigranja Gruta Milagrosa, puesto que los alevinos nacionales llegan a 10cm en 84 días y los importados en 77 días.

En el estudio realizado por Vallejos (2016), reporta que la determinación del nivel de contaminación del agua por la actividad piscícola en la provincia de Sucumbios menciona que es importante realizar el recambio de agua en especial en el fondo de los estanques y así no causar la reducción del crecimiento y el aumento de la mortalidad, pues la crianza de trucha altera los valores de pH e incrementa la DQO, DBO, N y la dureza total.

En un sistema de recirculación con agua (SRA), la calidad del agua con respecto a la concentración de amonio total, nitrito, dureza, pH y temperatura permite el incremento de peso a un 46%, de igual forma existe un aumento de la tasa de crecimiento específicos (TCE) en 6.8% (Andrés, 2009). Del mismo modo Castillo *et al.* (2015) indican que la estación Santa Rosa del Instituto de Investigación Agropecuaria de la Universidad de los Andes cuenta con condiciones ambientales ideales para el cultivo de trucha, por consiguiente el valor de la tasa de crecimiento fue 2.36g/día, la conversión alimentaria fue de 1.48 y el incremento de biomasa fue de 50.04kg.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Generalidades de la trucha arcoíris

2.1.1.1. Descripción de la trucha

La trucha arcoíris cuenta con un cuerpo fusiforme, presenta una conformación idéntica a los demás salmónidos, su nombre se debe a las bandas longitudinales irisadas con predominio de una franja rojiza presentes en sus flancos, su coloración varía según el medio de vida, con el dorso verde-gris y el vientre blanco, además se destaca la



presencia de puntos negros, así como las aletas dorsal, anal y caudal, alcanza tamaños de 50cm en formas sedentarias y mayor en las que viven en lagos o migran al mar (Breton, 2005). La trucha se caracteriza por poseer escamas finas, y su coloración también varía de acuerdo a la edad y estado de maduración sexual (Maiz *et al.*, 2010).

2.1.1.2. Características biológicas de la trucha

La trucha es un pez de hábitos carnívoros, su aparato digestivo está preparado para digerir proteínas animales, y una limitada digestión de productos vegetales. La trucha arcoíris es ovípara, cuya fecundación es externa, requiere alcanzar la madurez sexual para reproducirse, la hembra alcanza la madurez aproximadamente a los 2 años y el macho de 1 a 1.5 años, el desove comienza generalmente cuando alcanza de 25 a 30cm. su reproducción inicia aproximadamente en abril y termina en septiembre y sus periodos de desove son anuales (FONDEPES, 2004)

2.1.1.3. Taxonomía

REYNO: Animalia

PHYLLUM: Chordata

SUB PHYLLUN: Vertebrata

GRUPO: Gnatostomata

SUPER CLASE: Pisces

CLASE: Osteichthyes

SUB CLASE: Actinopterygii

SUPER ORDEN: Clupeomorpha

ORDEN: Salmoniformes

SUB ORDEN: Salmonoidei

FAMILIA: Salmonidae

GÉNERO: *Oncorhynchus*



ESPECIE: *Oncorhynchus mykiss*

NOMBRE COMÚN: Trucha Arcoiris

Adaptado por Smith y Stearley de la Sociedad Americana de Ictiologos y Herpetologos a travez del Comité de nombres científicos de peces, American Fisheries Society, <http://web.fisheries.org/main/2006>, citado por (Gomez, 2017).

2.1.1.4. Etapas del desarrollo de la trucha

Las etapas del desarrollo de la trucha, empieza con la ova, la cual se caracteriza por ser huevecillos de pez que se encuentran agrupados, la siguiente etapa es la larva, esta fase sigue a la eclosión, esta fase puede durar de 15 a 30 días, en esta etapa se puede observar el saco vitelino, el cual provee nutrientes hasta que su desarrollo fisiológico le permita recibir alimento exógeno, asimismo puede nadar libremente, luego sigue la fase de alevino, esta etapa comprende cuando la trucha tiene talla de 5cm a 10cm y un peso promedio de 12g, esta etapa dura 03 meses aproximadamente, posteriormente esta la etapa juvenil, esta comprende cuando la trucha alcanza los 10cm a 17cm y cuenta con un peso promedio de 68g aproximadamente, esta fase dura 02 meses aproximadamente (FONDEPES, 2014). La etapa de engorde comprende hasta que alcanza un tamaño comercial de 17.5cm a 30cm, con un peso de 337.5g aproximadamente, esta etapa dura cinco meses dependiendo de la talla que se quiera cosechar, desde la siembra inicial hasta la cosecha dura 13 meses con una carga de jaula de 13kg/m³; el alimento debe contener 40% de proteínas, debe utilizarse el pigmentaste (FONDEPES, 2004). los reproductor son individuos criados en estanques especialmente reservados para ellos, en algunos casos se capturan en el momento o se extraen del medio natural con la finalidad de procrear, en general los machos son aptos para la reproducción desde los 02 años y las hembras desde los 03 años (Breton, 2005).



2.1.2. Manejo del alevino de Trucha arcoíris

Los estanques pueden ser construidos y es recomendable que cuenten con alguna protección contra rayos solares. Los estanques pueden ser construidos de bloc, cemento o de tierra excavados en el suelo. La forma de estos estanques son variables, siendo el rectangular y el circular los diseños más usados. El tamaño de los estanques dependerá de las necesidades del productor. Sin embargo, la altura del agua en cualquiera de los dos tipos de estanques, debe estar entre 60 y 80 centímetros, teniendo en el fondo una pendiente de 2 a 3%. En cuanto a las entradas y salidas del agua, se pueden usar los mismos sistemas que se usan para estanques de engorde. En relación con el caudal requerido para los estanques de alevines, este varía dependiendo del tamaño de los alevines y la temperatura del agua (FAO, 2014).

Cuando termina la reabsorción del saco vitelino, el alevino es alargado y se pigmenta, se vuelve más móvil y empieza a nadar. Cuando la absorción del saco alcanza los dos tercios empieza su interés por el alimento, la alimentación precoz es recomendable para habitual al alevino, favorecer el crecimiento y disminuir la duración del aluminaje además desde que se empieza a suministrar alimento es preciso realizar un seguimiento estricto para conservar los estanques lo más limpio posible, es importante conservar la higiene, ello contribuirá a que la circulación del agua sea regular (Breton, 2005).

2.1.3. Características del recurso hídrico para la crianza de trucha

La importancia que tiene en acuicultura la calidad del agua se fundamenta en la acción y efectos que cada uno de los parámetros presentes puede ejercer en los organismos acuáticos, bien en cuanto a la variación de sus valores críticos o bien mediante efectos indirectos, es evidente que la obtención de una alta producción acuícola depende de condiciones ambientales idóneas, por lo que las condiciones fisicoquímicas y biológicas se deben de mantener constante dentro de los niveles óptimos para cada especie



(Castelló, 1993). De igual modo la calidad del agua es uno de los factores más importantes en la salud de los peces (Jimenez, 1992).

La trucha necesita un complejo suministro de agua de buena calidad, en comparación con otras especies, pues requiere mayor cantidad de oxígeno disuelto y es más sensible al amoníaco, al dióxido de carbono y a los sólidos disueltos, de igual forma el pH extremo también constituye un factor potencialmente lesivo (Brown, 2000).

2.1.3.1.Cantidad de agua

Para el desarrollo de un cultivo de truchas, es necesario tener en cuenta el volumen de agua requerido a ser utilizado en la infraestructura inicial y proyectarse a futuros planes de expansión. En este sentido se debe asegurar el máximo caudal de agua en época de estiaje, que debe ingresar por el canal principal para la crianza, que nos permita determinar nuestra máxima producción anual de truchas. Se necesitará un flujo de agua constante para mantener lleno los estanques de la unidad productiva, que conlleve a darles las renovaciones diarias necesarias o programadas, que nos permitan tener una producción sostenible durante todo el año. En este sentido es importante el cálculo de las renovaciones de agua por hora, la cual tendrá una equivalencia en biomasa producida, a mayor cantidad de agua por el canal principal, mayor será la producción que obtengamos anualmente (FONDEPES, 2014).

2.1.3.2.Calidad del agua

Es difícil definir la calidad del agua, ya que va a depender del uso al que se destine, y en función a dicho uso deberá contener unos valores determinados de los parámetros que determinan su calidad (Castelló, 1993). Para mantener vivos a los peces u otros organismos acuáticos y mantener la calidad sanitaria para su desarrollo, se requiere agua de calidad (FONDEPES, 2004). La calidad del agua implica la interacción de los siguientes parámetros:



a. Temperatura

La trucha al igual que otros seres vivos exige condiciones óptimas para su desarrollo, la trucha arcoíris deja de alimentarse por debajo de los 7° C, crece bien entre los 12° C y 14° C, los límites de temperatura también pueden variar en función a otros parámetros como el caudal, la profundidad de los estanques, etc. el criador debe controlar la temperatura a la entrada de las instalaciones, en medio y a salida, este control es de gran importancia pues determina la cantidad de alimento a distribuir y la puesta en marcha de los sistemas de aireación u oxigenación (Breton, 2005). La temperatura tiene influencia fundamental sobre el ritmo del desarrollo embrionario, engorde, consumo de oxígeno y la eficiencia de la conversión del pienso, la temperatura del agua óptima para la incubación de huevos es de 13° C y para el engorde de trucha esta en torno de los 16° C (Brown, 2000).

La temperatura desempeña un papel muy importante en la sobrevivencia de la trucha, ya que al aumentar se incrementan los procesos químicos en el agua, alterando otros parámetros, como la solubilidad de los gases (Oxígeno disuelto, CO₂, etc.), la cual es inversamente proporcional a la temperatura. Es importante mencionar que los peces pueden adaptarse a ciertas temperaturas, siempre y cuando se hagan paulatinamente, las crías de trucha se desarrollan óptimamente entre los 12° C y 15° C, asimismo en los adultos la temperatura influye en la ingesta de alimentos, ya que si la temperatura supera los 20° C la ingesta de alimento será limitada (Jimenez, 1992). En la región de Puno se han registrado temperaturas que varían entre 7° C y 19° C (Valencia *et al.*, 2010).

b. Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad del oxígeno que esta disuelto en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables, el nivel de OD puede ser un



indicador de cuan contaminado esta un cuerpo de agua y cuan bien puede dar soporte a la vida cuotica (Peña, 2007).

Los requerimientos de oxigeno por parte de los organismos acuáticos varían según la especie, edad, estado fisiológico, nutricional y de desarrollo. Existe un nivel mínimo necesario para mantener un buen estado de alimentación, y en consecuencia una buena tasa de crecimiento, la elevación de las actividades biológicas como la alimentación, crecimiento y reproducción requieren mayor consumo de oxigeno (Castelló, 1993).

Se ha determinado que el valor mínimo de oxígeno disuelto para la crianza de trucha es de 5.5ppm (mg/l), valores cercanos a 5ppm se consideran muy críticos, debido a que los peces tienen mucha dificultad para extraer oxigeno del agua. Con respecto a la presión atmosférica, cuanto menor sea la altitud sobre el nivel del mar mayor es la presión atmosférica y mayor es la capacidad del agua para disolver el oxígeno (Valencia *et al.*, 2010). Si existen fluctuaciones severas en la concentración de oxígeno se puede frenar el crecimiento del pez (Jimenez, 1992).

La trucha soporta bien las concentraciones superiores de oxígeno, como es el caso cuando se inyecta oxígeno puro para el transporte de alevinos (Garcia y Calvario, 2003).

c. Potencial de hidrogeno (pH)

Está referido al carácter de acidez o basicidad del agua (FONDEPES, 2014). Se mide en el rango de 0 a 14, donde 7 se considera neutro (Valencia *et al.*, 2010). Indica la concentración de hidrogeniones y su valor caracteriza la acidez y alcalinidad de las aguas, el valor óptimo para la mayoría de especies esta entre 6 y 9, el pH por debajo de 6 tiende a reducir la productividad, de igual forma el pH tiene influencia en la disolución y efectos de compuestos tóxicos, tal como sucede con el amoniaco y con los metales pesados. Las variaciones de pH se ven afectadas por la dureza total, concentración de sodio, de cloro de CO₂ y de calcio, a nivel biológico e pH influye en el crecimiento, pues los animales



crecen mejor e aguas alcalinas que en aguas acidas (Castelló, 1993). Las aguas adecuadas para crianza de la trucha son alcalinas hasta un valor de 8.5 aproximadamente ya que tienen una capacidad tampón, sin embargo las aguas acidas tienen efectos negativos en los peces debido a que causan irritaciones en los peces que posteriormente son atacados por patógenos (Valencia *et al.*, 2010). La trucha prefiere aguas con pH de 7 a 7.5 (Brown, 2000). No obstante puede vivir en un rango de 6.5 a 9.5, por debajo o encima de estos valores el pH es mortal (Vasquez *et al.*, 2010).

d. Dureza

Se refiere a la presencia de ciertos elementos químicos, tales como el calcio y magnesio que contribuyen a la calidad de agua. Los rangos de dureza apropiados para el agua son de 60 a 300 ppm, los cuales permiten un mejor crecimiento de la trucha, asimismo, si el nivel de la dureza es bajo, indica que la capacidad de tamponar es baja y el pH puede variar considerablemente durante el día (FONDEPES, 2014).

e. Amoniaco

Es un compuesto orgánico nitrogenado, su presencia en el agua es síntoma de una degradación incompleta de la materia orgánica y suele ir asociado a la existencia de nitritos y nitratos (Seoáñez, 2012). Si la captación de agua se hizo con un mínimo de estudio, el agua no tendría que presentar niveles peligrosos de amoniaco (Castelló, 1993). Las sustancias amoniacaes se originan como producto de la excreción de la trucha y generalmente son la mezcla de dos tipos, amoniaco libre (NH_3) y el amoniaco ionizado (NH_4), el amónica libre es el más toxico ya que a concentraciones de 0.017ppm causa lesiones en las branquias y reduce el crecimiento de la trucha, la proporción de amoniaco libre y amoniaco ionizado depende del pH, cuanto mayor es el pH mayor es la proporción de amónico libre (Roberts y Shepherd, 1980). Los limpies propuestos para la crianza de la trucha son de 0.006 a 0.02ppm, sin embargo en la práctica se observa que la trucha

tolera concentraciones más elevadas hasta 0.10ppm de amoníaco no disociado, en cambio en su forma de sal permite dosis más altas de 29 ppm con un pH de 7, la presencia de amoníaco siempre es un peligro potencial, asimismo las concentraciones elevadas de amoníaco (NH_3) tienen efecto en la respiración, las láminas branquiales se aproximan y ensanchan, reduciendo la superficie de intercambio, además reduce el crecimiento (Breton, 2005).

Para la trucha la concentración máxima recomendada de amoníaco sin ionizar en el agua es de 0.025mg/l (Brown, 2000). En estanques cerrados, la acumulación de amonio libre y amonio ionizado procedentes de las mismas excretas de los peces ocasionan daños severos en la trucha (Jimenez, 1992).

f. Nitritos y nitratos

Los nitritos, tienen carácter tóxico, estos compuestos se originan en los estanques como productos del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica animal o vegetal, los desechos nitrogenados son transformados de amoníaco o nitratos, este proceso se debe a la acción de las bacterias aeróbicas como nitrosomonas, que es la responsable del paso de $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^-$, nitritos, y la bacteria nitrobacter es la responsable del paso de $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$. En casos de sospecha de intoxicación por nitritos es necesario hacer una prueba de sangre, debido a que el nitrito forma metahemoglobina dando un color chocolate a la sangre, los peces intoxicados mueren con la boca abierta y los opérculos cerrados. (Rodriguez y Anzola, 2021). El contenido de nitratos en aguas naturales nunca supera las 10ppm (Seoáñez, 2012).

g. Transparencia

La transparencia es una medida que a los ojos es sinónimo de la calidad de estado trófico del agua, está relacionada con la presencia de partículas, en especial la clorofila

(Ordóñez, 2010). Los sólidos en suspensión pueden ser orgánico o inorgánicos, concentraciones de sólidos en suspensión inertes de 25 mg/l al parecer no tienen efectos perjudiciales para la trucha, siempre que permanezcan en suspensión (Brown, 2000). Las aguas turbias impiden la visión de los peces para hallar su alimento, además las partículas suspendidas obstruyen las branquias causando dificultad en la respiración (Jimenez, 1992).

Tabla 1. Características fisicoquímicas del agua para la crianza de la trucha arcoíris

Características	Rangos
Temperatura	9 – 14° C
pH	6.6 – 7.9
Oxígeno Disuelto	Mayor a 5.5 mg/l
Dureza	60 – 300ppm
Alcalinidad	80 – 180ppm

Fuente: (FONDEPES, 2014)

Estas son las características óptimas que debe cumplir el agua para la crianza de la trucha, sin embargo, hay otros parámetros que ya fueron descritos con anterioridad.

2.1.4. Manejo Técnico de alevinos

2.1.4.1. Obtención de ovas

En la actualidad el mercado ofrece dos opciones en la compra de alevinos de la variedad Kamloop, como primera opción los procedentes de ovas importadas de Estados Unidos y de origen danés, español o italiano y como segunda opción adquirir ovas nacionales. Los alevinos procedentes de ovas importadas, son peces mejorados genéticamente mediante tecnología y métodos avanzados de manejo de reproductores, tomando en cuenta crecimiento, relación de conversión, resistencia a las enfermedades y calidad de carne así como las certificaciones correspondientes que cuentan con ovas embrionadas procedentes de reproductores libres de las principales enfermedades y de sus agentes causales como virus, bacterias y parásitos, deben de contar con un certificado sanitario, certificado de importación y un certificado de desinfección. Las ovas



importadas se traducen en alevinos con un 99% de hembras, baja tasa de conversión, alta tasa de crecimiento (TC), alto porcentaje de sobrevivencia, peces sanos, tolerancia al estrés y enfermedades en general, buen apetito, crecimiento más uniforme y excelente presentación comercial. Los alevinos nacionales son generalmente peces obtenidos sin el uso de tecnología y métodos avanzados de manejo de reproductores, los cuales muchas veces no cuentan con certificación alguna, lo que se traduce en mayor inversión en todo el proceso de crianza, 50% machos, pigmentación lenta, limitada disposición de alevinos durante el año y carentes de certificación (Valencia *et al.*, 2010).

2.1.4.2.Eclosión

Los huevos embromados tardan en eclosionar entre 3 a 15 días, durante este lapso se deben de extraer los huevos muertos, con una bombilla, evitando la contaminación de huevos sanos, es necesario llevar registros con fines de trazabilidad, después de la eclosión sigue la fase larvaria (Chirinos, 2015).

2.1.4.3.Fase larvaria

Después de la eclosión los alevinos son delicados, esta fase dura entre 16 y 20 días, el caudal del agua que se utiliza, depende de la temperatura y tamaño de peces, variando de 4 a 10 l/s para 10000 alevinos (Merino *et al.*, 2006). En esta etapa se puede ver el saco vitelino, el cual provee de nutrientes hasta que su desarrollo fisiológicos le permita recibir alimento exógeno, se recomienda alimentar al pez cuando haya absorbido el 80% del saco vitelino, se utiliza alimento balanceado en polvillo con una frecuencia de 10 a 12 veces por día (FONDEPES, 2004).

2.1.4.4.Etapa de alevinaje inicial

Cuando el total de peces alcancen la etapa de alevino se debe de alimentar con alimento balanceado pre-inicio e inicio con una frecuencia de 8 a 10 veces por día, en



esta etapa las trucha crecen de forma desigual por lo que es necesario realizar una selección cada 15 - 20 días (FONDEPES, 2004).

a. Transporte de alevinos

Los alevinos se alistan dejándolos un par de días en ayunas para que desocupen su tracto digestivo y se evite el daño por exposición a heces (Merino *et al.*, 2006). Los alevinos pueden ser transportados a partir de los 2.5 - 3.5cm y 0.5g como promedio, se debe de tener sumo cuidado en mantener las condiciones óptimas de oxigenación, espacio, temperatura y calidad de agua, es recomendable realizar el transporte en la madrugada (FONDEPES, 2004).

b. Siembra de alevinos

Si los alevino proceden de otra piscigranja, debe de verificarse si la temperatura del agua de los contenedores empleados en el transporte es diferente al agua del cuerpo de agua receptor en más de 3° C, si las temperaturas son diferentes debe de atemperarse mezclando lentamente ambas aguas, es recomendable no realizar manipuleo de los alvinos por un periodo de 48 horas después de la siembra (FONDEPES, 2014). Los cambios bruscos en la calidad del agua producen traumatismos y desbalances metabólicos que ocasionan mortalidad (Merino *et al.*, 2006)

2.1.4.5. Fase de producción

Según el FONDEPES (2004), la fase de producción de alevino inicia con la etapa de alevinaje I, esta etapa comprende desde una talla promedio de siembra de 2.5cm hasta 4 a 5cm y con peso promedio de 0.19 a 1.5g, en esta fase los alevino son alimentados con alimento balanceado inicio que contiene alrededor 45% de proteínas de 6 a 8 veces por día, la mortalidad estimada para esta etapa es de 1%, luego sigue la etapa de alevinaje II, en esta etapa los peces alcanzan los 7.5cm con un peso de 1.5 a 5g, se alimenta con alimento balanceado con alrededor 45% de proteínas con una frecuencia de 4 a 6 veces



por día, esta etapa tiene una duración de 2 meses y la mortalidad es de 1%, posteriormente la etapa de alevinaje III, esta comprende hasta que el pez alcanza los 9.5cm con un peso promedio de 5 a 12.5g, esta fase tiene una duración de 2 meses, el alimento debe contener 42% de proteínas, el cual se debe suministrar de 3 a 4 veces por día, la mortalidad es de 0.3%. En la etapa de alevinaje, los estanques generalmente son de 1m de ancho, 10m de largo y una altura de 1m, con un tirante de agua de 0.8m (FONDEPES, 2014).

2.1.5. Tipos de estanque utilizados para la crianza de la trucha

Los estanques son depósito cerrados con drenaje construidos para recoger agua de un tamaño que puede ser utilizado para la cría de trucha (Chanamé, 2012). Los estanques vienen a ser un conjunto funcional que forma parte importante para los cultivos piscícolas, el cual está ligado íntegramente a la producción (Romero, 2011).

2.1.5.1. Según su forma

a. Rectangular

Son los más usados debido a que el manipuleo se realiza con un mínimo de esfuerzo, no obstante tienen la desventaja de existir puntos muertos en los ángulos formados por los diques donde la renovación del agua es casi nula y el oxígeno es bajo, las dimensiones habituales son de 20 a 30m de largo, 2 a 5 de ancho y 1m de profundidad, con una pendiente de fondo de 2 a 5mm por metro (Breton, 2005).

b. Circular

Son los menos usados, debido a que el manipuleo es dificultoso, sin embargo no existen espacios muertos de oxigenación (Romero, 2011). Permite duplicar o triplicar la densidad de población de peces en comparación a los estanques rectangulares (Quimbiamba, 2009).



2.1.5.2. Según el material utilizado

a. Estanques de concreto

Son estanque de entrada y salida del agua en forma individual permitiendo una renovación de agua continua en todas las fases de su cultivo, teniéndose en cuenta el alto costo que representan en su inversión. Propicia ventajas como la entrada de caudales altos y la aplicación de técnicas de la densidad de carga altas, buen mantenimiento de las unidades productivas con una buena aplicación de profilaxis previniendo las enfermedades (Romero, 2011). Los estanque de cemento pueden ser de cualquier tamaño, normalmente tiene de 30m de largo por 10m de ancho, el lado más profundo debe tener 1.5m y el menos profundo 1.20m (Molina, 2004).

b. Estanques de mampostería de piedra

Se construyen con material de la zona, material que reemplaza el uso de concreto al momento del encofrado, por consiguiente, una reducción en el costo hasta un 60%. Se recomienda la construcción con 2% de pendiente de fondo, se puede utilizar a altas densidades y se debe de realizar limpiezas frecuentes (FONDEPES, 2014).

c. Estanques de tierra

Se construyen en suelos lo más impermeables posibles, que tengan como mínimo 30% de arcilla, además estos estanques requieren poca inversión inicial, tienen una mayor capacidad de mantener el equilibrio ecológico y sobre todo puede utilizarse terrenos con baja productividad agrícola (Merino et al., 2006). Se asemejan mejor al hábitat natural de la trucha, tiene como desventajas que se requiere mayor mano de obra para mantenerlo limpio, necesidad de mayor superficie útil, mayor dificultad para la prevención y control de enfermedades y mayor pérdida de alimento (Quimbiamba, 2009).



2.1.6. Estanques de alevinaje

En ellos se crían los alevinos, debe de estar parcialmente a la intemperie, para acostumbrar a los alevinos a la luz, su construcción puede ser de concreto, fibra de vidrio o cualquier otro material de material de superficie lisa para evitar el rápido deterioro, su forma puede ser rectangular o circular (Quimbiamba, 2009). Según el FONDEPES (2014) un estanque de alevinaje rectangular de tener 1m de ancho, 10m de largo, 01 m de alto con un tirante de agua de 0.8m.

2.1.7. Necesidades nutricionales de la trucha

2.1.7.1. Glúcidos

Constituyen la principal fuente de energía para muchas especies, pero la trucha al ser carnívora los digiere mal, su consume provoca glucemia, los peces adultos toleran mejor los glúcidos que los ejemplares jóvenes, los preparados para alevinos no contienen más del 3% de glúcidos, para truchuelas no más del 7% y para adultos no más del 10% (Breton, 2005).

2.1.7.2. Lípidos

Los lípidos proporcionan los ácidos grasos esenciales que componen las membranas celulares, los lípidos también son necesarios para la absorción de algunas vitaminas y son una fuente de energía barata, la trucha arcoíris requiere ácido linoleico (18:n-3). En general la deficiencia de ácidos grasos esenciales provoca crecimientos deficientes, erosión en la base de las aletas, hígado pálido e hipertrofiado. Los piensos para trucha arcoíris pueden contener hasta 30% de lípidos (Brown, 2000).

2.1.7.3. Proteínas

Proteínas: los alimentos naturales que en general consumen las truchas tienen una composición del 50 a 60% de proteína; sin embargo, en alimentos balanceados se compone de 35 a 50% (Aquino, 2008).



2.1.7.4. Vitaminas

La mayoría de vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto, deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes como factores de crecimiento, al ser catalizadores de las reacciones metabólicas del pez (FONDEPES, 2004).

2.1.7.5. Minerales

Son importantes en la formación de huesos, dietas y la sangre. El requerimiento de los minerales es reducido y son asimilados de agua y el alimento (Incopesca, 2002).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio y por consiguiente el cultivo se realizó en el distrito de San Antón en el CP Túpac Amaru, de la provincia de Azángaro, ubicado a 14°35'32" latitud Sur 70°18'45" longitud Oeste, en este lugar se ubicó uno de los estanques evaluados, el otro estanque se ubicó en el distrito de Crucero en el CP de Oscoroque de la provincia de Carabaya, ubicado a 14°21'13" latitud sur 70°25'51" longitud Oeste del departamento de Puno, desde el mes de junio al mes de septiembre del 2020. Los estanques utilizados fueron de concreto de 10m de longitud, 1m de ancho, 1m de altura y 0.80 m de tirante agua, con una pendiente de 0.8%, construidos y financiados por el Proyecto Especial Truchas Titicaca del Gobierno Regional de Puno. Es importante mencionar que el recurso hídrico utilizado en el C.P. Tupac Amaru fue captado de un manantial y en el C. P. Oscoroque el agua fue captado del río Oscoroque.

3.2. EVALUAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA (TEMPERATURA, CAUDAL, OXIGENO, NITRITOS, NITRATOS Y DUREZA) DE CULTIVOS DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (*Oncorhynchus Mykiss*) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.

3.1.1. Siembra de alevinos

Se sembraron el 15 de junio del 2020, la cantidad de 1200 alevinos en cada uno de los dos estanques de concreto, uno ubicado en el distrito de Crucero y el otro ubicado en el distrito de San Antón. Los alevinos fueron sembrando con una talla inicial de 2.5 a 3cm, dichos alevinos fueron adquiridos de la “Asociación de productores de alevinos del



CP de Chichillapi – Mazocruz. Cuyos alevinos fueron obtenidos a partir de ovas nacionales.

3.1.2. Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua

3.1.2.1. Medición de los parámetros físicos

a. Medición del caudal del agua

Este procedimiento fue realizado tres veces por semana, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Para medir el caudal se utilizó la metodología descrita por el FONDEPES (2014), se identificó el tramo más homogéneo del canal de abastecimiento de agua después del desarenador. Se midieron el largo del tramo seleccionado del canal, también el ancho del tramo del canal en el inicio, en la parte media y el final, luego se registró la altura del agua (tirante de agua), el cual se hizo en la parte inicial, parte media, la parte final del tramo. Para determinar la velocidad del agua se utilizó un corcho, el cual se dejó caer en la parte inicial del tramo seleccionado y con un cronometro se midió el tiempo que tardó en llegar al final del tramo, este procedimiento fue repetido cinco veces. Enseguida se procedió a multiplicar los valores promedios de la longitud, ancho y la altura del agua para obtener el cubitaje, posteriormente para obtener el caudal en m^3/s se dividió el cubitaje entre el tiempo que demoró el corcho en recorrer el tramo seleccionado. Finalmente, para convertir el caudal a l/s se multiplicó por 1000. Este procedimiento se realizó tanto en el distrito de Crucero y San Antón.

Donde:

$$Q = V/t \times 1000$$

Q = Caudal

V = Volumen

t = Tiempo



b. Medición de la temperatura

Este procedimiento fue realizado tres veces por semana, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Primeramente se cumplió con las medidas de bioseguridad correspondiente (uso de ropa de agua y botas), luego con la ayuda de un termómetro digital de 1.5V se procedió a medir la temperatura del agua de los estanques, introduciendo 3cm aproximadamente el sensor en el agua, posteriormente se anotó el valor observado en un cuaderno de campo.

3.1.2.2. Mediciones de los parámetros químicos del agua

Para la medición de los parámetros químicos se utilizó un kit Hach, el cual cuenta con un oxímetro, pHmetro, reactivos para medir los nitritos, nitratos, fosfatos y dureza del agua.

a. Medición del oxígeno disuelto del agua

Este procedimiento se realizó tres veces por semana, en horas de la mañana de 9:00 am a 11:00 am, utilizando el equipo portátil Hach se ha medido el oxígeno disuelto del agua de los estanques, introduciendo 5 a 7cm aproximadamente el sensor en el agua, esta operación se realizó en la parte inicial, media y final de los estanques, posteriormente se anotaron los valores observados en un cuaderno de campo.

b. Medición del pH del agua

Se ha realizado tres veces por semana, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Utilizando el pH metro del kit Hach se procedió a medir el pH del agua de los estanques, introduciendo 3 a 4cm aproximadamente el sensor en el agua. Posteriormente se anotó el valor observado en un cuaderno de campo.

c. Medición de los nitritos del agua

Se ha realizado cada 15 días, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Se extrajo un tubo del kit, el cual fue llenado con 10ml de agua del estanque, posteriormente



se tomó la botella con el reactivo para determinar nitritos y se agregó al tubo con agua cinco gotas de reactivo, se agitó el tubo por unos segundos y después se esperaron tres minutos para que reaccione correctamente y por último se procedió a comparar con la escala colorimétrica del kit. Se anotó el valor numérico correspondiente al color observado en la muestra de agua.

d. Medición de los nitratos del agua

Este procedimiento fue realizado cada 15 días, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Para lo cual se extrajo un tubo del kit, el cual fue llenado con 10ml de agua del estanque, posteriormente se tomó la botella con el reactivo para determinar nitratos y se agregó al tubo con agua diez gotas de reactivo, se agitó el tubo por unos segundos y después se esperaron tres minutos para que reaccione correctamente y por último se procedió a comparar con la escala colorimétrica del kit. Se anotó el valor numérico correspondiente al color observado en la muestra de agua.

e. Medición de fosfatos

Se realizó cada 15 días, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Extrayendo un tubo del kit, el cual fue llenado con 10ml de agua del estanque, posteriormente se tomó la botella con el reactivo para determinar fosfatos y se agregó al tubo con agua diez gotas de reactivo, se agitó el tubo por unos segundos y después se esperaron tres minutos para que reaccione correctamente y por último se procedió a comparar con la escala colorimétrica del kit. Se anotó el valor numérico correspondiente al color observado en la muestra de agua.

f. Medición de la dureza del agua

Este procedimiento fue realizado cada 15 días, en horas de la mañana de 9:00am a 11:00am. Se extrajo un tubo de ensayo del kit, el cual fue llenado con agua del estanque, después de lo cual se pasó la muestra a un frasco de vidrio, luego con la cucharilla del



kit se extrajo la cantidad exacta de reactivo (al ras de la cucharilla) y se colocó el reactivo en el frasco, se dejó reaccionar. Posteriormente se utilizó el reactivo titulador el cual agregamos contando las gotas en el frasco hasta que la mezcla alcance un color azul. Finalmente, el número de gotas utilizadas se multiplicó por 17, y de esta forma se obtuvo el valor de la dureza del agua en ppm. Se anotó el valor de la dureza en un cuaderno de campo.

Después de los tres meses de evaluación se sistematizaron todos los datos recolectados y se procedió a comparar los valores de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el distrito de Crucero con los valores obtenidos en el distrito de San Antón, realizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey mediante el software Minitab versión 19.

3.3. DETERMINAR Y COMPARAR LA BIOMETRÍA DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (*Oncorhynchus mykiss*) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.

a. Realización de la biometría

Este procedimiento se realizó después de cuatro meses de la siembra. Utilizando un chingullo se extrajeron cinco unidades (peces) como muestra, a cada unidad se le midió la longitud con ayuda de un ictiómetro y se le pesó haciendo uso de una balanza de precisión, los datos fueron registrados en un cuaderno de campo. Posteriormente se compararon los promedios de la longitud y peso de los alevinos del distrito de Crucero y del distrito de San Antón, haciendo uso del análisis de varianza y la prueba de tukey mediante el software Minitab versión 19.



b. Determinación de la relación de la longitud y peso de los alevinos con los parámetros fisicoquímicos del agua

Para la obtención de la relación entre variables independientes (parámetros fisicoquímicos) y dependientes (longitud y peso) se utilizó el coeficiente de correlación lineal de PEARSON, mediante el software INFOSTAT el cual mide el grado de asociación lineal entre dos variables medidas en escala de intervalo o de razón, tomando valores entre -1 y 1. Valores de r próximos a 1 indican fuerte asociación lineal negativa o inversa y valores próximos a 0 indicaran no asociación lineal.

Tabla 2. Interpretación de la correlación

Grado de Asociación (%)	Coefficiente de correlación (R)	Calificación
0 a 6	0.0 a 0.25	Baja o ninguna correlacion
7 a 25	0.26 a 0.50	Debil correlacion
26 a 56	0.51 a 0.75	Correlación moderada alta
57 a 100	0.76 a 1.0	Alta a perfecta correlacion

Fuente: (Martinez *et al.*, 2009)

Según esta tabla se determinó la relacion existente entre los parametros fisicoquimicos y la longitud y peso de los alevinos de trucha



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA (TEMPERATURA, CAUDAL, OXÍGENO, NITRITOS, NITRATOS Y DUREZA) DE CULTIVOS DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (*Oncorhynchus Mykiss*) EN ESTANQUES DE CONCRETOS DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.

En la tabla 3, podemos apreciar que los valores de la temperatura del agua presentan poca variación, siendo el valor más bajo 12.53° C y el valor más alto fue de 12.58° C, esto coincide con lo descrito por Breton (2005) quien menciona que la temperatura óptima para el crecimiento de la trucha está en el rango de 12° C a 14° C. Asimismo, se evidencia que el oxígeno disuelto está en el rango de 6.8 a 7.0 ppm, el pH de 7.20 a 7.60, el caudal de 10.33l/s a 10.75 l/s, los nitratos de 9.75 a 10mg/l, la dureza de 51.48 a 56.11mg/l y los nitritos y fosfatos se mantienen con muy poca variación. Estos valores son similares a los reportados por Escobar (2019) quien manifiesta que aguas del Lago Titicaca (Cusipata), presentan características fisicoquímicas óptimas para el cultivo de la trucha siendo estas de 14.4° C de temperatura, 8.79 de pH, 0.13mg/l de nitrógeno amoniacal, 6.81 ppm de oxígeno disuelto, 0.09 mg/l de fosfatos. Asimismo esto es corroborado por Venegas et al. (2008) quienes sostienen que la temperatura óptima para la crianza de trucha es de 10° C a 16° C. Pérez (2016) hace mención que la crianza de trucha incrementa la concentración de fosforo en la laguna Arapa, alcanzando valores de 32.79mg/m³.

Tabla 3. Valores de los parámetros fisicoquímicos del agua del distrito de Crucero

Parámetros fisicoquímicos	Meses*		
	1	2	3
Temperatura ° C	12.53	12.56	12.58
Oxígeno disuelto ppm	6.60	7.10	7.00
pH	7.30	7.60	7.20
Caudal l/s	10.33	10.63	10.75
Nitratos mg/l	10.00	9.75	9.81
Nitritos mg/l	0.19	0.18	0.19
Fosfatos mg/l	380.00	381.00	380.00
Dureza mg/l	51.48	56.11	55.45

Los valores considerados en esta tabla son los promedios obtenidos de cada parámetro. *El mes uno (15/06/2020 al 15/07/2020), mes dos (16/07/2020 al 15/08/2020), mes tres (16/08/2020 al 13/09/202)

En la tabla 4, podemos apreciar que los valores de la temperatura del agua presentan poca variación, siendo el valor más bajo 12° C y el más alto de 12.5° C, asimismo; se observa que el oxígeno disuelto está en el rango de 5.90 a 6.30 ppm, el pH de 6.10 a 6.30, el caudal de 8.38 a 8.75 l/s, los nitratos de 9.30 a 9.40mg/l, la dureza, los nitritos y fosfatos se mantienen con muy poca variación. Estos valores son similares a los reportado por Arboleda (2006) quien sostiene que los peces de aguas frías como la trucha arcoíris viven en aguas entre 10° C - 17° C, de temperatura, de 6.5 a 9 de pH y un mínimo de 5 ppm de oxígeno disuelto; los peces de agua dulce requieren aguas con una dureza menor a 80ppm, una alcalinidad mayor a 20 ppm, asimismo la turbiedad es un parámetro que se debe controlar, pues la dureza que se encontró en esta investigación fue de 410 a 420mg/l. por otra parte Hernández et al. (2009) menciona que el oxígeno disuelto no debe ser menor a 4mg/l, de igual forma el pH en acuicultura está en el rango de 6.5 y 9, dependiendo de la especie además es recomendable que la dureza y alcalinidad estén por encima de 50mg/l.



Tabla 4. Valores de los parámetros fisicoquímicos del agua del distrito de San Antón

Parámetros fisicoquímicos	Meses*		
	1	2	3
Temperatura ° C	12.50	12.00	12.00
Oxígeno disuelto ppm	5.90	6.30	6.00
pH	6.30	6.20	6.10
Caudal l/s	8.50	8.38	8.75
Nitratos mg/l	9.40	9.30	9.40
Nitritos mg/l	0.19	0.18	0.17
Fosfatos mg/l	420.00	421.00	420.00
Dureza mg/l	130.94	131.06	130.75

Los valores considerados en esta tabla son los promedios obtenidos de cada parámetro. *El mes uno (15/06/2020 al 15/07/2020), mes dos (16/07/2020 al 15/08/2020), mes tres (16/08/2020 al 13/09/2020)

En la tabla 5. Se aprecia que los valores del oxígeno disuelto, pH, caudal, nitratos y nitritos de los distritos de Crucero y San Antón son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$), sin embargo, sus valores son aceptables para la acuicultura. Estos valores son similares a los reportados por Hernández y León (2006) quienes señalan que los valores óptimos requerido de oxígeno disuelto es de 8.4 ppm, 7-8 de pH, temperatura del agua superior a 20° C, y 45mg/l de nitratos para el crecimiento y reproducción de la carpa. Del mismo modo Garcia (2018) concluye que el cultivo de tilapia roja en la etapa de levante requiere 3.3 a 11 ppm de oxígeno disuelto, temperatura de 27° C a 35° C, amonio constante en 1mg/l, la dureza en 120 mg/l, pH de 7.2 a 8.2 y la alcalinidad en 40mg/l.



Tabla 5. Comparación entre los parámetros fisicoquímicos de las aguas de los distritos de Crucero y San Antón

Parámetros fisicoquímicos	Distritos	
	Crucero	San Antón
Temperatura ° C	12.56	12.17
Oxígeno disuelto ppm*	6.97	6.07
pH*	7.2	6.20
Caudal l/s*	10.57	8.54
Nitratos mg/l*	9.85	9.37
Nitritos mg/l	0.19	0.18
Fosfatos mg/l*	380.33	420.33
Dureza mg/l	54.35	130.92

Se compararon los promedios de los parámetros de ambos distritos*: Existe diferencia significativa entre estos parámetros ($p \leq 0.05$).

4.2. DETERMINAR Y COMPARAR LA BIOMETRÍA DE ALEVINOS DE “TRUCHA ARCOÍRIS” (*Oncorhynchus mykiss*) EN ESTANQUES DE CONCRETO DE LOS DISTRITOS DE SAN ANTÓN Y CRUCERO.

En la figura 1, se puede apreciar el incremento del peso de los alevinos en el estanque ubicado en el distrito de Crucero empezando desde 0.4g hasta 19.5g, asimismo la longitud de los alevinos se incrementó desde 3cm hasta 11.5cm después de 3 meses. Estos valores son similares a los reportados por Poma (2013) quien hace mención que no existe diferencia significativa entre alevinos nacionales e importados con respecto a su tasa de crecimiento y su conversión alimentaria en la piscigranja Gruta Milagrosa, puesto que los alevinos nacionales llegan a 10cm en 84 días y los importados en 77 días.

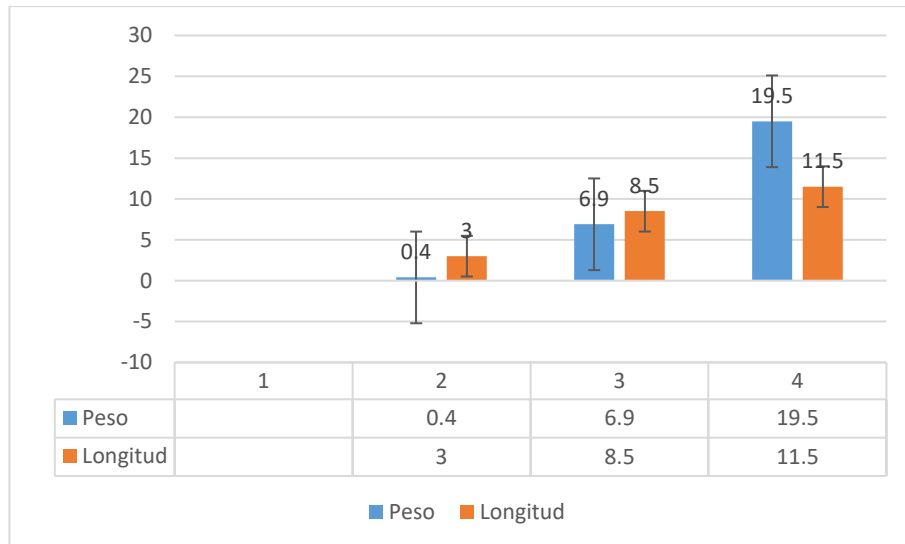


Figura 1. Longitud y peso de los alevinos del distrito de Cruceiro

En la figura 2, se aprecia el incremento del peso de los alevinos contenidos en el estanque del distrito de San Antón, el peso aumenta de 0.4g a 14.5g y la longitud de 3cm a 10.5cm después de 3 meses. Castillo et al. (2015) manifiesta que las truchas juveniles en la estación experimental Santa Rosa tienen una tasa de crecimiento acumulada de 2,36g/día un incremento de peso total de 250.2g/pez y un factor de conversión alimentaria (FCA) de 1.48.

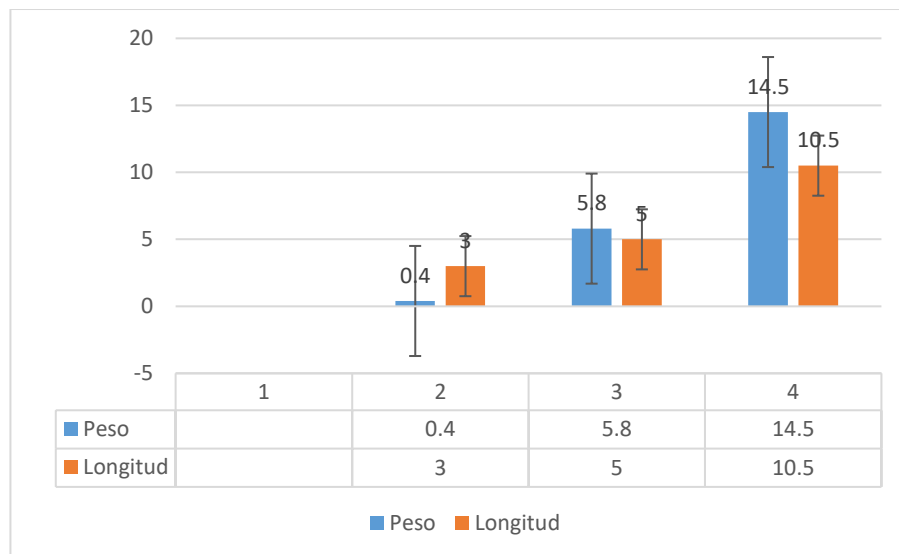


Figura 2. Longitud y peso de los alevinos del Distrito de San Antón

En la figura 3, se observa los promedios de la longitud y peso de los alevinos de trucha, los cuales son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$), por lo que podemos decir que los alevinos del distrito de Crucero tuvieron un mejor desarrollo en longitud y peso que los alevinos del distrito de San Antón, a consecuencia que el agua del distrito de Crucero presentó mejores características fisicoquímicas, descritas en la tabla 4. Según Gutiérrez (2014) los laboratorios con mejores valores fisicoquímicos producen mejores alevinos, además un mejor caudal de agua permite una mejor distribución de este recurso y por ende una mejor productividad. Así mismo Vallejos (2016) menciona que es importante realizar el recambio de agua en especial en el fondo de los estanques y así no causar la reducción del crecimiento y el aumento de la mortalidad. Además la obtención de una alta producción acuícola depende de condiciones ambientales idóneas, por lo que las condiciones fisicoquímicas y biológicas se deben de mantener constante dentro de los niveles óptimos para cada especie (Castelló, 1993).

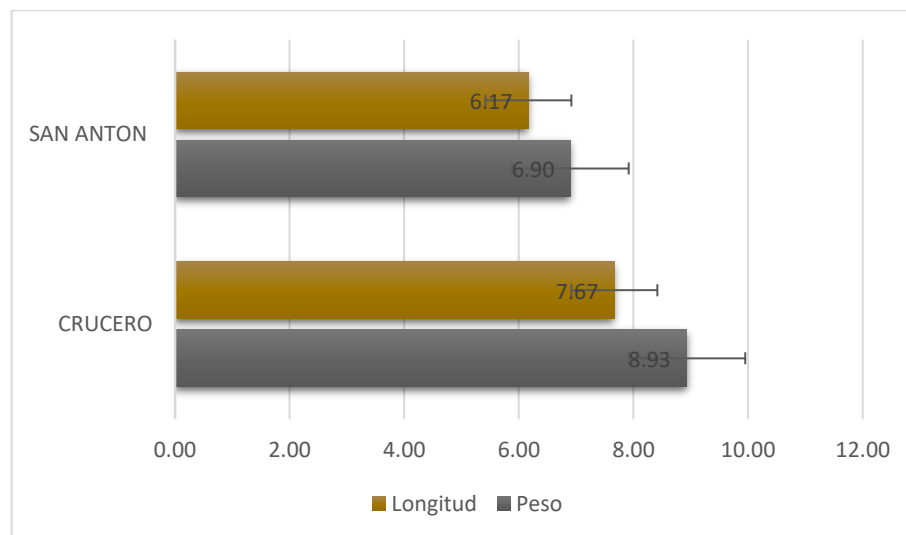


Figura 3. Comparación de las longitudes de los alevinos de los distritos de Crucero y San Antón

En la tabla 6, se aprecia que las correlaciones más importantes se dan entre la temperatura, caudal, nitrato y la dureza del agua con la longitud de los alevinos en el distrito de Crucero. La temperatura, el caudal, el oxígeno y la dureza del agua presentaron



una correlación perfecta a alta positiva con la longitud de los alevinos ($r = 1$ y $0 < r < 1$), esto nos indica que a mayor temperatura, caudal y dureza del agua se incrementa la longitud de los alevinos en proporción constante, por otra parte también se observó que el nitrato mostró una correlación perfecta a alta negativa ($-1 < r < 0$), lo que nos indica que a medida que la cantidad de nitrato aumenta en el agua la longitud de los alevinos disminuye en proporción constante, por último el pH, los nitritos y los fosfatos presentaron una baja o nula correlación con la longitud de los alevinos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Gutiérrez (2014) quien manifiesta que los laboratorios con mejores valores fisicoquímicos producen mejores alevinos, además un mejor caudal de agua permite una mejor distribución de este recurso y por ende una mejor productividad. Andrés (2009) menciona que el aumento de la temperatura, y la dureza permiten el incremento de peso en 46% y un aumento de la tasa de crecimiento específico.

Tabla 6. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y la longitud de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de Crucero

Variables					
X		Y		r	R
Temperatura	12.56	Longitud	7.67	1.00	99*
Oxígeno	6.6	Longitud	7.67	0.77	24
pH	7.47	Longitud	7.67	-0.07	21
Caudal	10.57	Longitud	7.67	1.00	99*
Nitratos	9.85	Longitud	7.67	-0.83	68*
Nitritos	0.21	Longitud	7.67	-0.17	3
Fosfatos	380.33	Longitud	7.67	0.17	3
Dureza	54.35	Longitud	7.67	0.88	78*

X: variable independiente, Y: variable dependiente, r: coeficiente de correlación, R: grado de asociación, *: relación alta a perfecta

En la tabla 7, se aprecia que las correlaciones más importantes se dan entre la temperatura, pH, caudal, nitritos y la dureza del agua con la longitud de los alevinos en



el distrito de San Antón. El pH, los nitritos y la dureza del agua presentaron una correlación perfecta a alta negativa con la longitud de los alevinos ($-1 < r < 0$), esto nos indica que a mayor pH, caudal, nitritos y dureza del agua se reduce la longitud de los alevinos en proporción constante, asimismo también se observó que la temperatura mostró una correlación moderada alta negativa ($-1 < r < 0$), lo que nos indica que a medida que la temperatura del agua aumenta, la longitud de los alevinos disminuye, sin embargo el caudal manifestó una correlación alta perfecta positiva esto nos indica que a medida que el caudal aumenta la longitud de los alevinos se incrementa en proporción constante, además los fosfatos y nitratos manifestaron un moderada baja correlación con la longitud y por último se evidenció que el oxígeno tiene baja o nula correlación con la longitud de los alevinos. Al respecto de lo encontrado Vallejos (2016) menciona que la crianza de trucha altera los valores de pH e incrementa la DQO, DBO, nitrógeno y la dureza total del agua, por lo que es importante realizar recambios de agua para mantener buenas condiciones fisicoquímicas del agua. Por otra parte Ingle de la Mora et al. (2003) manifiestan que con un adecuado tratamiento, las aguas con exceso de nitrógeno amoniacal pueden permitir la sobrevivencia de alevinos hasta un 99%.

Tabla 7. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y la longitud de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de San Antón.

Variables					
X		Y		r	R
Temperatura	12.17	Longitud	6.17	-0.71	51*
Oxígeno	6.07	Longitud	6.17	-0.02	2
pH	6.20	Longitud	6.17	-0.97	94*
Caudal	8.54	Longitud	6.17	0.83	69*
Nitratos	9.37	Longitud	6.17	0.26	7
Nitritos	0.18	Longitud	6.17	-0.97	94*
Fosfatos	420.33	Longitud	6.17	-0.26	7
Dureza	130.92	Longitud	6.17	-0.80	64*

X: variable independiente, Y: variable dependiente, r: coeficiente de correlación, R: grado de asociación, *: relación alta a perfecta



En la tabla 8, se aprecia que las correlaciones más importantes se dan entre la temperatura y el caudal del agua con el peso de los alevinos en el distrito de Crucero. La temperatura y el caudal del agua presentaron una correlación perfecta a alta positiva con el peso de los alevinos ($0 < r < 1$), esto nos indica que a mayor temperatura y caudal del agua se incrementa el peso de los alevinos en proporción constante, por otra parte también se observó que el oxígeno, nitrato y la dureza mostraron una correlación moderada alta positiva ($0 < r < 1$), lo que nos indica que a medida que la cantidad de oxígeno, nitrato y la dureza aumentan en el agua el peso de los alevinos se incrementan, asimismo con respecto al pH se aprecia que presentó una correlación moderada baja negativa ($-1 < r < 0$) y finalmente se aprecia que los fosfatos y nitritos tiene un baja o nula correlación con el peso de los alevinos. Al respecto Castillo et al. (2015) manifiesta que en su investigación con condiciones ambientales ideales para el cultivo de trucha, el valor de la tasa de crecimiento fue de 2.36g/día y la conversión alimentaria fue de 1.48 y el incremento de biomasa fue de 50.04kg. Además las estrategias de alimentación favorecen el desarrollo de los peces obteniendo mejores tasas de crecimiento e índices biométricos (Perdomo et al., 2013).

Tabla 8. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y el peso de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de Crucero

Variables					
X		Y		r	R
Temperatura	12.56	Peso	8.93	0.92	85*
Oxígeno	6.6	Peso	8.93	0.51	26
pH	7.47	Peso	8.93	-0.41	16
Caudal	10.57	Peso	8.93	0.92	85*
Nitratos	9.85	Peso	8.93	0.59	35
Nitritos	0.21	Peso	8.93	0.18	3
Fosfatos	380.33	Peso	8.93	-0.18	3
Dureza	54.35	Peso	8.93	0.67	45

X: variable independiente, Y: variable dependiente, r: coeficiente de correlación, R: grado de asociación, *: relación alta a perfecta



En la tabla 9, se aprecia que las correlaciones más importantes se dan entre la temperatura, pH y nitritos del agua con el peso de los alevinos en el distrito de San Antón. La temperatura, el pH y los nitritos del agua presentaron una correlación perfecta a alta negativa con el peso de los alevinos ($-1 < r < 0$), esto nos indica que a mayor temperatura, pH y concentración de nitritos del agua disminuye el peso de los alevinos en proporción constante, por otra parte también se observó que la dureza mostró una correlación moderada alta negativa ($-1 < r < 0$), lo que nos indica que a medida que la dureza aumentan en el agua el peso de los alevinos disminuye, finalmente se aprecia que los fosfatos, nitratos y oxígeno tiene un baja o nula correlación con el peso de los alevinos. Al respecto Poma (2013) manifiesta que en condiciones ambientales optimas los alevinos nacionales llegan a 10cm en 84 días y los importados en 77 días. Por otra parte Alegría (2016) menciona que la crianza de trucha incrementa los valores de fosfatos totales de 1.39 a 2.7mg/l. De igual forma un pH mayor a 6 y una dosis de calcio de 10mg/l reduce considerablemente la toxicidad del aluminio en alevinos de trucha mejorando su crecimiento y reduciendo la mortalidad (Vega *et al.*, 2015). De igual manera la variaciones de los parámetros fisicoquímicos, escases de agua, enfermedades, semilla de baja calidad y fenómenos climatológicos causan de 4.8 al 47.5% de mortalidad (Zárate *et al.*, 2018).

Tabla 9. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos y el Peso de los alevinos de trucha arcoíris en el distrito de San Antón

Variables					
X		Y		r	R
Temperatura	12.17	Longitud	6.9	-0.79	62*
Oxigeno	6.07	Longitud	6.9	0.11	14
pH	6.20	Longitud	6.9	-0.99	2
Nitratos	9.37	Longitud	6.9	0.13	2
Nitritos	0.18	Longitud	6.9	-0.99	99*
Fosfatos	420.33	Longitud	6.9	-0.13	2
Dureza	130.92	Longitud	6.9	-0.72	52*



X: variable independiente, Y: variable dependiente, r: coeficiente de correlación, R: grado de asociación, *: relación alta a perfecta



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Los parámetros fisicoquímicos de las aguas de los distritos de Crucero y San Antón presentan valores adecuados para la crianza de la trucha; sin embargo, existen diferencias significativas, pues el agua del distrito de Crucero presenta mayor oxígeno disuelto (6.97 ppm), pH más alto (7.2), mayor caudal (10.57l/s) y una dureza muy inferior (54.35mg/l) que el agua del distrito de San Antón.

SEGUNDA: Las condiciones para el cultivo son mejores en el distrito de Crucero, ya que el peso y la longitud de los alevinos de este distrito son significativamente mayores con una longitud final de 11.5cm, un peso de 19.5g y un promedio de 19.5g de peso y 11.5cm de longitud, en comparación a los alevinos del distrito de San Antón, donde la longitud final de los alevinos fue de 10.5cm, 14.5g de peso con un promedio de 6.20g de peso y 6.17cm de longitud después de tres meses de la siembra. Asimismo, la temperatura, el caudal y la dureza son los parámetros que influyen positivamente y significativamente en el crecimiento de los alevinos en el distrito de Crucero, del mismo modo la temperatura, la dureza influyen positivamente en el crecimiento de los alevinos y los nitritos influyen negativamente en el crecimiento de los alevinos de trucha en el distrito de San Antón.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar la evaluación del efecto de los parámetros fisicoquímicos del agua con la condición sanitaria de los alevinos de trucha.
- Realizar la evaluación y comparación de las características fisicoquímicas en más lugares donde se cría la trucha de la regio de Puno.
- Evaluar las condiciones de los cultivos de trucha en las etapas de juveniles y engorde.
- Realizar la evaluación de las condiciones de cultivo en jaulas flotantes en lugares donde se realice esta actividad.
- Realizar la evaluación de las condiciones de cultivo utilizando alevinos provenientes de ovas importadas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegría, M. R. E. (2016). Caracterización de parámetros físicos químicos en piscigranjas del Río Obrajillo, microcuenca de Canta – 2016 [Universidad Cesar Vallejo]. In *Universidad César Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/864>
- Andrés, M. C. (2009). *Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevinos de trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) en sistemas cerrados de recirculación de agua* [Universidad Militar de Nueva Granada]. <http://hdl.handle.net/10654/397>
- Aquino, M. G. (2008). Manual básico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). GEM, TIES Cuenca Sanas y Modos de vida Sustentable Series de Manuales de Capacitación. In *USAID* (p. 26). GEM. [MANUALBSICOPARAELCULTIVODETRUCHAARCOIRISFINAL6-24-08 \(1\).pdf](#)
- Arboleda, O. D. A. (2006). Limnología aplicada a la acuicultura. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(11), 1–24. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612653022.pdf>
- Breton, B. (2005). *El cultivo de la trucha* (OMEGA S. A. (ed.); Primera ed). A&M Grafict s.l.
- Brown, L. (2000). *Acuicultura para veterinarios* (L. Brown (ed.); Primera Ed). Universidad de Zaragoza.
- Castelló, O. F. (1993). *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción* (Universidad de Barcelona (ed.); Primera ed). Publicacions Universitat de Barcelona.
- Castillo, O. M., Hernandez, J., Caamaño, J., & Urbina, A. (2015). Evaluación productiva de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en el instituto de investigaciones agropecuarias Universidad de los Andes. *Agricultura Andina*, 21, 27–33. https://www.researchgate.net/publication/337307498_Evaluacion_productiva_de



_truchas_arcoiris_Oncorhynchus_mykiss_en_el_instituto_de_investigaciones_a
gropecuarias_Universidad_de_Los_Andes

Chanamé, F. Z. (2012). *Manual de acuicultura* (p. 50). Universidad Nacional del Centro del Perú.

Chirinos, C. J. L. (2015). *Estudio de factibilidad para la producción integrada de truchas (Oncorhynchus mykiss) y cuyes (Cavia porcellus), en el distrito de Chiguata – Región Arequipa* [Universidad Nacional San Agustín].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3188/IPchchjl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Escobar, M. F. (2019). Determinación de Parámetros Físico-Químicos y Niveles de Metales Pesados en Agua y Sedimentos en la Zona de Crianza de Truchas (Oncorhynchus Mykiss), Bahía de Puno del Lago Titicaca [Universidad Nacional del Altiplano]. In *Repositorio Institucional UNA-PUNO* (Vol. 1).
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10379>

FAO. (2014). Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris. In *FAO* (p. 44). FAO.
<http://www.fao.org/3/a-bc354s.pdf>

FONDEPES. (2004). *Manual de cultivo de truchas arco iris en jaulas* (A. Palomino (ed.); Primera ed). FONDEPES.
http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua_trucha_jaulas.pdf

FONDEPES. (2014). Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales. In Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES (Ed.), *Manual de crianza de trucha* (Primera Ed). Ministerio de la Produccion.
https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf

Garcia, O. A., & Calvario, M. O. (2003). *Manual de buenas prácticas de producción*



acuícola de trucha para la inocuidad alimentaria (Primera ed). SENASICA.

- García, O. G. E. (2018). *Evaluación de las características fisicoquímicas del agua en la piscícola de Asojuncal-Huila, asociados al ciclo de producción de la tilapia roja* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20945/gegarciao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, M. Y. D. (2017). *Crecimiento de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas Ad Libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli* [Universidad Nacional del Altiplano].
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7155/Gomez_Mulluni_Yohe_Darwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, C. S. P. (2014). *Factores que influyen en la producción y calidad de alevinos de trucha en la región de Puno 2013* [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2536>
- Hernández, B. C. A., Aguirre, G. G., & López, C. D. G. (2009). Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de aguas para la región norte, noreste y noroeste de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 25(5), 117–130.
<https://www.redalyc.org/pdf/141/14118560012.pdf>
- Hernández, & León. (2006). Reutilización del agua residual tratada en la Unidad Académica Profesional Amecameca de la UAEM en la producción de *Cyprinus carpio specularis* para consumo humano. (“Sewage water second use, treated in Amecameca at the Academic Unit UAEM in the producti. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(7), 1–25.
[https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/HERNÁNDEZ y VICTORIA 2006. Reutilización del agua residual tratada.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/HERNÁNDEZ_y_VICTORIA_2006_Reutilización_del_agua_residual_tratada.pdf)



- Incopesca. (2002). Curso de Acuicultura Básica. In *Incopesca* (p. 122). SSC-TEC.
http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Curso_basico_de_acuicultura_2002.pdf
- Ingle de la Mora, G., Villareal-Delgado, E. L., Arredondo-Figueroa, J. L., Ponce-Palafox, J. T., & Barriga-Sosa, I. A. (2003). Evaluacion de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculacion para acuicultura, sometido a difeentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica*, 13(4), 247–253.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n4/v13n4a1.pdf>
- Jimenez, G. F. (1992). *Parásitos y enfermedades de la trucha* (p. 190). Facultad de ciencias Biológicas, Universidad de nueva León.
- Martinez, O. R. M., Tuya, P. L. C., Martinez, O. M., Pérez, A. A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlacion de los rangos de Spearman caracterizacion. *Revista Habanera de Ciencias Médicas.*, 8(2), abril-junio.
<https://www.redalyc.org/pdf/1804/180414044017.pdf>
- Merino, A. M. C., Salazar, A. G., & Gómez, L. D. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia. In *Ministerio de agricultura y desarrollo rural* (p. 81). Instituto colombiano de desarrollo rural INCODER. <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>
- Molina, A. C. V. (2004). *Producción y comercialización de trucha arco iris* [Universidad San Francisco de Quito].
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/872/1/75964.pdf>
- Ordóñez, S. J. (2010). *LIMNOLOGÍA DEL EMBALSE DE SAU Relaciones del zooplancton , la clorofila y los sólidos en suspensión con el clima lumínico del agua zooplancton , la clorofila y los sólidos en suspensión con el clima lumínico del agua* [Universidad de Barcelona].



- [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1449/JOS_TESIS.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1449/JOS_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peña, E. P. (2007). *Calidad de Agua- Oxígeno Disuelto* (p. 6). Escuela Superior Politecnica del Litoral. <http://es.slideshare.net/JAHADIEL/trabajo-de-investigacion-tipos-de-bridas-para-hoy>
- Perdomo, D. A., Castellanos, K. J., González-Estopiñán, M., & Perea-Ganchou, F. (2013). Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 23(4), 341–349. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95926991006.pdf>
- Pérez, G. B. (2016). Evaluación del impacto de la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa - Puno. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(1), 15–28. <http://www.redalyc.org/pdf/120/12020109.pdf>
- Poma, G. J. (2013). *Evaluación productiva y económica de alevinos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), en la piscigranja “Gruta Milagrosa”- Acoplaca Huancayo* [Universidad del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1820>
- Quimbiamba, G. E. F. (2009). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en etapa de crecimiento, con sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de Bovinos, Cayambe-Ecuador 2008* [Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6766>
- Roberts, R. J., & Shepherd, C. J. (1980). *Enfermedades de la trucha y del salmon* (E. ACRIBIA (ed.); Primera ed). ACRIBIA.



- Rodríguez, G. H., & Anzola, E. E. (2021). *Parámetros químicos*. La Calidad Del Agua y La Productividad de Un Estanque En Acuicultura. <http://ingenieriaambientalapuntes.blogspot.com/2009/03/parametros-fisicos-quimicos-y.html>
- Romero, D. J. A. (2011). *Diseño de criaderos y cultivo de truchas y tilapias* [Universidad Nacional del Callao]. https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Setiembre_2011/IF_ROMERO DEXTRE_FIPA/INFORME FINAL.pdf
- Seoáñez, C. M. (2012). *Manual de las aguas residuales industriales* (McGrawHill (ed.); Primera ed). McGrawHill.
- Valencia, M. J., Vásquez, Q. w., & Villena, S. (2010). *Criterios técnicos y sanitarios para la crianza de la trucha en jaulas flotantes* (S. J. Villena (ed.); Primera ed). SWISSCONTACT.
- Vallejos, P. D. B. (2016). Determinación del nivel de contaminación del agua producido por la actividad piscícola al estero flor del valle de la parroquia Puerto Libre, cantón Gonzalo Pizarro provincia de Sucumbio [Universidad Nacional de Loja]. In *Universidad Nacional de Loja*. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17876>
- Vasquez, Q. W., Valencia, M. J., Zapana, C. F., & Villenas, S. J. (2010). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola para la crianza de truchas en jaulas flotantes en la region Puno* (Primera ed). SWISSCONTACT.
- Vega, R., Zamorano, J., Encina, F., & Mardones, A. (2015). Efecto del calcio sobre la toxicidad aguda de aluminio en alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) expuestos en aguas de diferente pH. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(2), 337–343. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-10>



- Venegas, P. A., Sobones, C., & Ortiz, C. M. (2008). Efecto de tiempos de retención hidráulico de agua, en un sistema de cultivo experimental de Puno para trucha arcoiris (*Onchorhynchus mykiss*). *Informacion Tecnologica*, 19(6), 71–82. <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.3982it.07>
- Zárate, M. I., Sánchez, P. C., Palomino, C. H., & Smith, D. C. (2018). Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Chincheros, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4), 1310. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15196>



ANEXOS



Anexo 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el primer mes

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2	12.5	6.4	7.5	10				
3								
4								
5								
6								
7	12.5	6.7	7.3	12	9.8	0.18	380	55.44
8								
9	12.4	6.7	7.2	10				
10								
11								
12								
13								
14	12.5	6.4	7.4	10				
15								
16	12.8	6.9	7.3	11				
17								
18								
19								
20	12.5	6.5	7.4	10				
21								
22								
23								
24	12.6	6.4	7.5	10				
25								
26								
27	12.5	6.8	7.4	10	10.2	0.2		47.52
28								
29								
30								
31	12.5	6.8	7.2	10				



Anexo 2. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el segundo mes.

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2								
3	12.5	6.9	7.54	11				
4								
5								
6	12.5	6.4	7.4	12				
7								
8								
9								
10	12.4	6.8	7.5	10	9.8	0.21		56.78
11								
12								
13								
14	12.5	6.4	7.2	10				
15								
16								
17								
18	12.5	6.8	7.9	11				
19								
20								
21	12.5	7	7.8	11				
22								
23								
24								
25	12.8	6.7	7.8	11				
26								
27								
28	12.8	6.7	7.8	10	9.7	0.22		55.43
29								
30								
31								



Anexo 3. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Crucero en el tercer mes

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2								
3	12.5	6.4	7.3	10				
4								
5								
6								
7	12.4	64	7.5	11	9.82	0.22		55.43
8								
9								
10								
11	12.5	6.5	7.4	10				
12								
13								
14								
15	12.4	6.4	7.5	11				
16								
17								
18	12.5	6.5	7.3	12				
19								
20								
21	12.9	6.5	7.4	10				
22								
23								
24								
25	12.8	6.5	7.5	10				
26								
27								
28								
29								
30	12.6	6.5	7.6	12	9.8	0.22		55.47
31								



Anexo 4. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el primer mes

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2								
3								
4	12.2	6.1	6.3	9				
5								
6								
7								
8	12.2	6	6.1	8				
9								
10								
11								
12	12.2	6	6.2	9	9.5	0.2	420	130.68
13								
14								
15								
16	12.1	6.1	6.2	8				
17								
18	12.2	6	6.2	8				
19								
20								
21								
22	12.1	6.1	6.2	9				
23								
24								
25	12.1	6.1	6.2	9				
26								
27								
28								
29	12.2	6.2	6.2	8	9.8	0.18		131.2
30								
31								



Anexo 5. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el segundo mes

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2								
3								
4	12.2	6.1	6.3	8				
5								
6								
7								
8	12.2	6.1	6.2	8				
9								
10								
11								
12	12.2	6	6.1	8	9.3	0.21		130.57
13								
14								
15								
16	12.2	6.1	6.2	9				
17								
18	12.1	6.1	6.2	8				
19								
20								
21								
22	12.2	6.1	6.2	9				
23								
24								
25	12.2	6.1	6.2	8				
26								
27								
28								
29	12.2	6.2	6.2	9	9.5	0.19		131.54
30								
31								



Anexo 6. Valores de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de San Antón en el segundo mes

Días	PARAMETROS							
	TEMP. (°C)	OXIGENO (ppm)	pH	CAUDAL (l/s)	NITRATOS (mg/l)	NITRITOS (mg/l)	FOSFATOS (mg/l)	DUREZA (mg/l)
1								
2								
3								
4	12.2	6	6.3	8				
5								
6								
7								
8	12.2	6.1	6.2	9				
9								
10								
11								
12	12.1	6.1	6.2	9	9.4	0.23	420	131.02
13								
14								
15								
16	12.2	6.1	6.2	8				
17								
18	12.1	6	6.2	9				
19								
20								
21								
22	12.1	6.1	6.2	9				
23								
24								
25	12.2	6.1	6.2	9				
26								
27								
28								
29	12.2	6	6.1	9	9.7	0.2		130.48
30								
31								