



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN ECOLOGÍA



TESIS

**NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES PARA LA FORMACIÓN DE
DETRITO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE CARACHAMA
NEGRA (*Pterygoplichthys sp.*) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS – PERU**

PRESENTADA POR:

OLGER JACINTO MOCHCO MUÑOZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN ACUICULTURA

PUNO, PERÚ

2022

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES PARA LA FORMACIÓN DE DETRITO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE

AUTOR

OLGER JACINTO MOCHCO MUÑOZ

RECuento DE PALABRAS

23165 Words

RECuento DE CARACTERES

126682 Characters

RECuento DE PÁGINAS

102 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

14.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 21, 2024 9:36 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 21, 2024 9:38 AM GMT-5

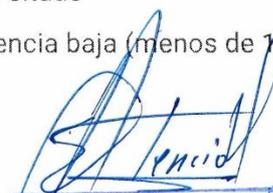
● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



D. Sabino Atencio Lima
PROFESOR PRINCIPAL
Ciencias Biológicas UNA - PUNO

Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA

TESIS

**NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES PARA LA FORMACIÓN DE
DETRITO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE CARACHAMA
NEGRA (*Pterygoplichthys sp.*) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS – PERU**



PRESENTADA POR:

OLGER JACINTO MOCHCCO MUÑOZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN ACUICULTURA

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

.....
Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA

PRIMER MIEMBRO

.....
M.Sc. FELIX RODOLFO MEZA ROMUALDO

SEGUNDO MIEMBRO

.....
M.Sc. JOSE DAVID VELESVIA DIAZ

ASESOR DE TESIS

.....
Ph.D. SABINO ATENCIO LIMACHI

Puno, 19 de agosto del 2022

ÁREA : Ecología - Acuicultura

TEMA : Niveles de fertilización de estanques para la formación de detrito que influyen en la producción de Carachama Negra (*pterygoplichthys sp.*) en la región de Madre de Dios-Perú.

LINEA: Recursos Naturales y Medio Ambiente - Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales.



DEDICATORIA

Con gratitud a mi madre Julia Muñoz de Mochcco por sus 102 años de existencia, en agradecimiento a todo su apoyo y comprensión brindado en el proceso de mi formación como profesional.

A mi compañera de vida Lady Yasmín Vilavila Huarcaya, a mis hijos Olger y Rosa por el apoyo brindado en todo momento, contribuyendo en mi formación empresarial.

A mis amigos, por su amistad incondicional que me ofrecieron; y a los docentes, por la enseñanza que me brindaron y por haber sido mi guía para lograr de forma satisfactoria mis propósitos trazados.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de postgrado, donde gracias a la enseñanza que me impartieron pude acrecentar mis conocimientos y lograr culminar mi especialización anhelada.

A los miembros del jurado revisor del trabajo de investigación presentado: Dr. Belisario Mantilla Mendoza, M.Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo, Dr. José David Velesvía Díaz, por sus valiosos aportes brindados para la mejora de la investigación realizada.

Al PhD. Sabino Atencio Limachi, quien patrocinó el presente trabajo realizado, por su apoyo y guiado permanente en todo el proceso de desarrollo de la investigación presentada.

A la Piscigranja ROALCA, por haber permitido y hecho posible el desarrollo de investigación en las instalaciones de su Centro de Investigación. Asimismo, por el apoyo financiero brindado.

Al Blgo. Gustavo Pereyra Panduro, compañero de estudio en la maestría, por su amistad, consejo y apoyo que siempre me brindó.

A los jóvenes profesionales: Manuel Jesús Heredia Mochcco, Segundo Benito Camones Yanac, Frank Julio Vásquez Tasmani, Karol Arika, Nishizaka Castañón y Edgar Vilca Carhuapoma por haber colaborado en el desarrollo de la investigación presentada.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Marco teórico.	3
1.2 Antecedentes.	7
CAPÍTULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 Identificación del problema.	13
2.2 Enunciados del problema.	14
2.3 Justificación.	14
2.4 Objetivos.	15
2.4.1 Objetivo general.	15
2.4.2 Objetivos específicos.	15
2.5 Hipótesis.	15
2.5.1 Hipótesis general.	15
2.5.2 Hipótesis específicas.	15
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Lugar de estudio.	17
3.2 Población.	18
3.3 Muestra.	18
3.3.1 Muestreo y procedimiento.	18
3.4 Método de investigación	19
	iii



3.5	Descripción de métodos por objetivos específicos.	19
3.5.1	Determinación de los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O ₂ disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO ₂).	19
3.5.2	Determinación de los factores físicos y químicos de detrito en los estanques (pH, nitrito, nitratos, amoníaco y CO ₂).	21
3.5.3	Evaluación del rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) en los estanques.	22
3.6	VARIABLES ANALIZADAS	25
3.7	Aplicación de prueba estadística inferencial.	25
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Determinación de los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O ₂ disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO ₂).	27
4.1.1	Análisis estadísticamente descriptivo del agua en los estanques.	38
4.1.2	Interrelación de resultados y nivel de significancia de los factores físicos y químicos del agua en los estanques.	41
4.2	Determinación de los factores físicos y químicos de detritos en los estanques (pH, nitrito, nitratos, amoníaco y CO ₂).	44
4.2.1	Análisis estadísticamente descriptivo del detrito en los estanques.	51
4.2.2	Interrelación de resultados y nivel de significancia de los factores físicos y químicos del detrito en el agua.	55
4.3	Evaluación del rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) en los estanques.	57
4.3.1	Interrelación de resultados y nivel de significancia del rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) en los estanques.	67
CONCLUSIONES		69
RECOMENDACIONES		70
BIBLIOGRAFÍA		71
ANEXOS		80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Dosis patrón de fertilizantes (Kg/Ha)	20
2. Niveles/semana de fertilizantes por tratamientos (Kg/50 m ²)	21
3. Valores mínimos y máximos de los principales parámetros de calidad de agua para el cultivo de Gamitana	22
4. Niveles de fertilización de estanques por tratamientos.	26
5. Valores de transparencia del agua (cm) por tratamientos durante 90 días.	27
6. Valores de temperatura del agua (°C) por tratamientos durante 90 días.	29
7. Valores de pH del agua por tratamientos durante 90 días.	30
8. Valores de oxígeno disuelto del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días.	32
9. Valores de dureza total del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días.	34
10. Valores de alcalinidad total del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días.	35
11. Valores de dióxido de carbono del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días	37
12. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-1, con fertilización durante 90 días.	38
13. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-2, con fertilización durante 90 días.	39
14. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-3 con fertilización durante 90 días.	40
15. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-4, sin fertilización durante 90 días.	41
16. Objetivo 1: Resumen de valores físicos químicos del agua y nivel de significancia por tratamientos.	44
17. Valores de pH de detrito por tratamientos por 90 días.	44
18. Valores de nitrito (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días.	46
19. Valores de amoníaco (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días.	47
20. Valores de amonio (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días.	48
21. Valores de dióxido de carbono (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días.	50
22. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-1, con fertilización durante 90 días.	52



23. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-2, con fertilización durante 90 días.	53
24. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-3, con fertilización durante 90 días.	54
25. Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito del control T-4, sin fertilización.	55
26. Objetivo 2: Resumen de valores de parámetros físicos químicos de detrito y nivel de significancia por tratamientos.	57
27. Longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.	58
28. Ganancia de peso (g) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos, con fertilización del agua durante 90 días y alimentación complementaria.	60
29. Índice de crecimiento en peso (g/día) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.	63
30. Índice de conversión de alimento de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.	65
31. Porcentaje de supervivencia de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.	66
32. Objetivo 03: Resumen de indicadores de crecimiento y nivel de significancia.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Instalación de la Piscigranja ROALCA. Estanques de investigación contorno amarillo. (Foto satelital, 2020)	17
2. Representación esquemática de la muestra	19
3. Flujograma de ejecución de la investigación	20
4. Croquis experimental según distribución de los tratamientos en los estanques	26
5. Valores de transparencia del agua (cm) por tratamientos	28
6. Valores de temperatura del agua (°c) por tratamientos	29
7. Valores de pH del agua por tratamientos	31
8. Valores de oxígeno disuelto del agua (ppm) por tratamientos	32
9. Valores de dureza total del agua (ppm) por tratamientos	34
10. Valores de alcalinidad total del agua (ppm) por tratamientos	35
11. Valores de dióxido de carbono del agua (ppm) por tratamientos	37
12. Valores de pH de detrito por tratamiento	45
13. Valores de nitrito (ppm) de detrito por tratamientos	46
14. Valores de amoníaco (ppm) de detrito por tratamientos	47
15. Valores de amonio (ppm) de detrito por tratamientos	49
16. Valores de dióxido de carbono (ppm) de detrito por tratamientos	50
17. Longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	58



18. Curva de crecimiento en longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	59
19. Ganancia de peso (g) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	61
20. Curva de crecimiento ganancia en peso (g) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	61
21. Índice de crecimiento en peso (g/día) de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	63
22. Índice de conversión de alimento de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	65
23. Porcentaje de supervivencia de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) por tratamientos	67



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Anexo 1. Matriz de consistencia	81
2. Anexo 2. Valores Permitidos para el cultivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys</i> sp.).	82
3. Anexo 3. Objetivo Específico 1: Valores de los parámetros físicos químicos del agua de los tratamientos evaluados mensualmente.	83
4. Anexo 4. Objctico Específico 2: Valores físicos químicos de detrito de los tratamientos evaluados mensualmente	84
5. Anexo 5. Objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichtys</i> sp.) en los estanques.	85
6. Anexo 6. Panel fotográfico	86

RESUMEN

La investigación comprendió niveles de fertilización de estanques para la formación de detrito que influyen en la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), región de Madre de Dios, Perú en el año 2020. Los objetivos fueron: determinar y evaluar los factores físicos y químicos del agua, detrito en los estanques y rendimiento productivo de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Como metodología se sometieron 600 peces juveniles de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), con peso de 55 g y 13 cm de longitud estándar inicial promedio respectivamente y tres niveles de fertilización. Mejor resultado en calidad de agua presentó en el T-3, mostrando valores de transparencia de 9,89 cm, temperatura del agua 28,5 °C, pH 7,67, oxígeno disuelto 5,78 ppm, dureza total 90,22 ppm, alcalinidad total 146,89 ppm y CO₂ 76,00 ppm. El Nivel -3 de fertilización del agua de los estanques, obtuvo mejor efecto en la formación de detrito con un Valor Generado por Fertilización (VGF) de 5,83 Kg. como alimento detrito para el crecimiento de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Mejor indicadores de crecimiento obtuvo el T-3, con ICP de 1,60 g/día e ICA de 2,02. Concluyendo que la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) depende de alimento detrito y constituye una alternativa viable para la producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la fase engorde; alcanzando un PS promedio total de 99,94% %, evidenciando un alto nivel de adaptación de la especie a la metodología de la investigación.

Palabras claves: Carachama Negra, detrito, estanque, fertilización, producción.



ABSTRACT

The research involved pond fertilization levels for detritus formation that influence the production of Carachama Negra (*Pterygoplichthys* sp.), Madre de Dios region, Peru in the year 2020. The objectives were: to determine and evaluate the physical and chemical factors of the water, detritus in the ponds and productive yield of Carachama Negra (*Pterygoplichthys* sp.). As a methodology, 600 juvenile black carachama fish (*Pterygoplichthys* sp.), weighing 55 g and 13 cm average initial standard length respectively, were subjected to three levels of fertilization. The best result in water quality was presented at T-3, showing transparency values of 9.89 cm, water temperature 28.5 °C, pH 7.67, dissolved oxygen 5.78 ppm, total hardness 90.22 ppm, total alkalinity 146.89 ppm and CO₂ 76.00 ppm. Level -3 of pond water fertilization had the best effect on the formation of detritus with a Value Generated by Fertilization (VGF) of 5.83 kg as detritus food for the growth of Black Carachama (*Pterygoplichthys* sp.). T-3 obtained better growth indicators, with ICP of 1.60 g/day and ICA of 2.02. Concluding that the production of Carachama Negra (*Pterygoplichthys* sp.) depends on detritus feed and constitutes a viable alternative for the production of Carachama Negra (*Pterygoplichthys* sp.) in the fattening phase; reaching a total average PS of 99.94%, evidencing a high level of adaptation of the species to the research methodology.

Keywords: Carachama Negra, detritus, pond, fertilization, production.

INTRODUCCIÓN

A la fecha no se ha promovido su cultivo por un mito, que aún perdura: que la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) perfora los diques y taludes de los estanques. Es fácil de cultivar porque basta con fertilizar el agua con desechos, ya que la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) filtra el sedimento del fondo, se alimenta de detrito y por tanto beneficiosa para los piscicultores. Por otro lado, se requiere procedimientos de producción comprobados desde el punto de vista científico para que puedan apoyar al aumento de la competitividad acuícola (Hartwich *et al.*, 2017).

Habitan en arroyos y ríos de corriente rápida con fondos rocosos o arenosos, en algunos casos prefieren ambientes lenticos fangosos, pudiendo construir y habitar en cuevas (Vargas *et al.* 2013). Tiene categoría de tamaño: mayor de 40 cm. Nivel trófico: omnívoro, detritívoro. Época de desove: comienzo de estación de creciente. Estatus en el mercado – Segunda clase (Barthem y Goulding, 2007). Los registros de 3967 ejemplares de *Pterygoplichthys sp.* en 6 asociaciones de macrófitas acuáticas en 6 zonas de humedales confirman su dispersión en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta (Sánchez *et al.*, 2015).

La Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) representa uno de los peces más queridos en la gastronomía amazónica por tener una carne muy apreciada con una composición en 100 g de carne de Carachama contenido en energía (64 kcal), calcio (140 mg), fósforo (151 mg), hierro (1.20 mg), vitamina C (4,80) y proteínas (14,2 g) (MINSA, 2017).

El consumo de Carachama según especie para el año 2021 fue un total de 238 TM. (PRODUCE, 2022). Tiene importancia económica significativa en la región Loreto, importancia económica moderada en la región Ucayali y mínima en la región de Madre de Dios (García-Dávila *et al.* 2018). Con el fin de proteger la seguridad alimentaria y la nutrición, resulta fundamental disponer de políticas económicas y sociales que combatan los efectos de los ciclos económicos adversos (FAO *et al.*, 2019).

La perspectiva técnica de utilizar diferentes niveles de fertilizantes comerciales, tuvo propósito conocer qué concentración es óptima para la producción intensiva de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) que ayude a la ganancia de mayor biomasa en el periodo de tiempo más corto posible. Tuvo como objetivo la determinación de niveles de fertilización de estanques para la formación de detrito que influyen en la producción



de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la Región de Madre de Dios - Perú. Y como hipótesis, los diferentes niveles de fertilización en los estanques, influyen en la formación de detrito y en rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). La presente tesis de investigación comprendió la revisión de literatura, planteamiento del problema de investigación, materiales y métodos, resultados y discusiones, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico.

La Carachama es uno de los peces más consumidos por la población de la amazonía peruana. La pesca intensiva debido a su alta demanda, sumado a la contaminación de ríos y cochas amenazan a esta especie (Zuta, 2021). Esta especie puede ser afectado por la construcción de la Central Hidroeléctrica Inambari, porque no hay conocimiento de las migraciones de peces por parte de las instituciones ambientales de Perú y Brasil (Goulding *et al.*, 2010) y enfrenta amenazas como: actividades antropogénicas, que destruyen el hábitat, la sobreexplotación y la contaminación (Aucapiña, 2017).

A la fecha no se ha promovido su cultivo por un mito, que aún perdura: que la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) perfora los diques y taludes de los estanques. Es fácil de cultivar porque basta con fertilizar el agua con desechos, ya que la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) filtra el sedimento del fondo, se alimenta de detrito y por tanto beneficiosa para los piscicultores. Por otro lado, se requiere procedimientos de producción comprobados desde el punto de vista científico para que puedan apoyar al aumento de la competitividad acuícola (Hartwich *et al.*, 2017).

Dentro de los denominados bagres acorazados se encuentran dos familias de peces: Loricariidae y Callichthyidae, que viven en América del Sur. Dentro de estas familias se conocen más de 684 especies en el mundo (Velázquez *et al.* 2013). En México se registra la existencia de dos especies de estos peces: *Hypostomus spp.* y *Pterygoplichthys sp.* que pertenecen a la familia Loricariidae (Mendoza *et al.* 2007; Mendoza *et al.*, 2009). En el Perú se estima que existen cerca de 1064 especies nativas distribuidas principalmente en los ríos Amazonas, Marañón, Huallaga, Madre de Dios y Ucayali (Quezada *et al.* 2017)

y se registraron 282 especímenes miembros de la familia Loricariidae en el río Utcubamba desde el Centro Poblado Nogalcucho hasta el Pongo de Rentema (Aguilar, 2020).

En nuestra región, por lo general suele encontrarse a este tipo de peces en las quebradas de los bosques, en canales de los ríos y en lagos de llanura inundables. Tiene categoría de tamaño: mayor de 40 cm. Nivel trófico: omnívoro, detritívoro. Época de desove: comienzo de estación de creciente. Estatus en el mercado – Segunda clase (Barthem y Goulding, 2007). La Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) representa uno de los peces más queridos en la gastronomía amazónica por tener una carne muy apreciada con una composición en 100 g de carne de Carachama contenido en energía (64 kcal), calcio (140 mg), fósforo (151 mg), hierro (1.20 mg), vitamina C (4,80) y proteínas (14,2 g) (MINSA, 2017).

Actualmente, existe un número aproximado de 22 especies de peces del género *Pterygoplichthys* (antes llamados *Liposarcus*), lo que les distingue de los otros géneros es su gran aleta dorsal que poseen, que suele presentar más de 10 rayos, su boca suele presentar un margen granular y un hueso interopercular que se articula con espinas, cada especie de pez suele presentar una pigmentación variable (Hoover *et al.*, 2004).

Los loricáridos suelen poseer un intestino grande vascularizado que llega a funcionar como pulmón, lo cual les hace posible el poder respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia y ser resistentes a la desecación durante algunos días, ello gracias a que suelen presentar grandes glóbulos sanguíneos y un elevado número de ADN por célula, que en conjunto llegan a producir un bajo índice metabólico y capacidad de tolerancia a cambios en la contextura del fluido corporal que permite resistir a las complicadas presiones fisiológicas que se pueden presentar en temporadas de sequías (Armbruster, 1998; Fenerich *et al.*, 2004). Su estómago suele funcionar como una vejiga natatoria, lo cual les permite acrecentar su flotabilidad para que de forma rápida se puedan desplazar en la columna de agua (Mendoza *et al.*, 2007).

Los denominados bagres acorazados suelen ser bentónicos, suelen alimentarse de detritos del fondo, también suelen comer gusanos, larvas de insectos y otros animales acuáticos que suelen vivir en el fondo del espacio en donde viven estos peces (Mendoza *et al.*, 2009). Suelen poseer un elevado índice de digestibilidad para la materia orgánica (Yossa y Araujo, 1998).

Su incremento de peso suele llevarse a cabo de forma rápida en sus dos primeros años de vida (alcanzando alrededor de 30 cm) (Mendoza *et al.*, 2009) Suelen presentar una alta fecundidad (cada hembra llega a producir de 500-3000 huevos, dependiendo de la talla y especie del pez) (Hoover *et.al.*, 2004) La temperatura del agua preferido es de 20 a 28 °C; sin embargo, Gestring *et.al.* (2010) refieren que, la temperatura mínima que se acepta por *Pterygoplichthys multiradiatus* suele ser de 8.8 °C, y para el *Hypostomus* sp. suele ser de 11.1 °C.

Los plecos lo podemos encontrar en una variedad de ambientes, que abarca desde corrientes en tierra alta, fresca, rápida y rica en oxígeno, hasta ríos con temperatura cálida de corriente lenta en tierra baja y estanques con poco oxígeno (Mendoza *et al.*, 2009).

Las Carachamas de tamaño más grande por lo general pueden ser encontradas en la corriente principal y los de tamaño más pequeño pueden ser encontradas en corrientes tributarias (Liang y Shieh, 2005; Power, 1984). Al respecto se puede deducir que, el desarrollo de estos peces suele llevarse a cabo en los canales de agua menores, ello debido a la poca velocidad de sus corrientes, para estar más a salvo de sus depredadores y/o tener mayores oportunidades para obtener sus alimentos.

Los plecos suelen tolerar las aguas contaminadas, frecuentemente suelen encontrarse en aguas blandas; sin embargo, tienen la capacidad para adaptarse de forma rápida a las aguas duras con valores de pH que oscilan de 5.5 - 8.0 (Nico y Martin, 2001).

Clasificación de la Carachama Negra (Sistema Integrado de Información Taxonómica - ITIS, 2011).

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Sub Filo: Vertebrata

Superclase: Osteichthyes

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Loricariidae

Género: *Pterygoplichthys*

Especie: *Pterygoplichthys* sp.

Detrito. En términos limnología y oceanografía, viene a ser fracciones de materia orgánica u otra clase de material que llega a desintegrarse y suele ser acarreado por las corrientes del agua (Crespi y Coche, 2008).

Detritívoro. Animal que consume detrito (Crespi y Coche, 2008).

Fertilización del agua.

Se llevó a cabo con el fin de mejorar la productividad primaria de los estanques, que suele aportar nutrientes fundamentales que satisface lo que requiere el fitoplancton y propicia el poder establecer niveles tróficos subsecuentes de la cadena alimenticia. De esa manera, los organismos que se cultivan suelen poseer otros medios alternativos de alimentación, con lo cual se logra reducir el empleo de los alimentos balanceados y reducir los costos de producción en los que se incurre (Molina, 1998). Son las comunidades rurales las que generalmente se benefician de forma directa con el uso de estas biotecnologías simples, ya que logran obtener una mayor producción piscícola a bajo costo (Porrás, 1984).

Los fertilizantes químicos generalmente se encuentran integrados por tres minerales fundamentales: el potasio (K) (como K_2O o potasa), el fósforo (P) (como P_2O_5) y el nitrógeno (N), que se mezclan con materiales de relleno inerte. En todo estanque piscícola resulta necesario el empleo de estos tres minerales, ello para poder formar el fitoplancton (Gonzalvez y Pomares, 2008). Una elevada producción de fitoplancton reduce la posibilidad de penetración de la luz, llegando a provocar una reducción de la producción fotosintética (Cano, 2003).

El abono de origen natural suele ser una fuente adicional de CO_2 , que resulta importante para poder utilizar eficientemente todos los nutrientes que se encuentran en el agua. En todo estanque de piscicultura intensiva el CO_2 libre suele fluctuar de 0 mg/l por las tardes a 5-10 mg/l en los amaneceres, con visibles efectos nocivos sobre los peces. Una concentración menor a 4,0 ppm en el agua de cultivo es recomendada para cultivar Gamitana. Siendo el mejor rango entre 1,8 ppm a 2,0 ppm (FONDEPES, 2018).

Estanques es definido como un cuerpo de agua someras detenidas y que por lo general suelen ser de pequeño tamaño artificial; sin embargo, también puede ser un estanque natural, lago pequeño, embalse o laguna (Crespi y Coche, 2008). Producción es un proceso por medio del cual se llega a elaborar de forma total los tejidos de un pez en un

determinado lapso de tiempo, incluyendo aquello que suele ser elaborado por individuos que no logran sobrevivir hasta la culminación del proceso (Crespi y Coche, 2008).

1.2 Antecedentes.

Para poder desarrollar la investigación, se tomó como referencia diversos estudios que tratan del cultivo de Carachama y de otras especies con fertilización del agua en sistema de estanques, considerándose en ello tanto estudios de nivel nacional como de nivel internacional:

En la “Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados”, concluyó que, la recirculación de nutrientes y la producción de peces en la dinámica propia de cada uno de los estanques llegaron a influir más en comparación con la clase de fertilizante empleada en la composición fitoplanctónica (Quiroz *et. al.*, 1999).

En la “Productividad primaria y crecimiento de carpas chinas en estanques rústicos”, los autores basaron su objetivo en conocer la productividad primaria, el grado de transparencia, oxígeno disuelto, pH y bióxido de carbono y la relación que pueden tener con el crecimiento de 02 especies de ciprínidos (*Cyprinus carpio rubrofruscus* y *Ctenopharyngodon idella*) en 03 estanques de tipo rústico, de los cuales, en 02 estanques se llegó a sembrar langostinos (*Macrobrachium rosenbergii*), cuya fertilización se realizó con vacaza líquida. Respecto a los valores de talla y peso de los ciprínidos que se cultivó en los estanques, estos llegaron a presentar un grado de diferenciación significativa ($P < 0.05$). Por último, el coeficiente de correlación del fitoplancton y el fertilizante en cuanto al grado de transparencia, el bióxido de carbono y el oxígeno disuelto resultaron significativos (Molina *et. al.*, 2003).

En el estudio “Efecto de la inclusión de probiótico comercial (amino plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido “Pacotana” (*Piaractus brachyomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂), durante la fase juvenil”. En el tratamiento 1, se incluyó 6 ml de probióticos por Kg de alimento; en el tratamiento 2, se incluyó 8 ml de probióticos por Kg de alimento; en el tratamiento 3, se incluyó 10 ml de probióticos por Kg de alimento. El resultado de la investigación muestra que, de los 4 tratamientos, el tratamiento 3 fue el que mostró resultados más significativos ($P < 0.05$) (Gutiérrez, 2011).

En el “Estudio preliminar sobre la crianza de Carachama (*Chaetostoma sp.*), en Cautiverio”. La dieta alimenticia de los peces se llevó a cabo con 03 tazas de alimentación, cada uno de ellos con 4 réplicas. En la taza 1, se empleó fertilizante orgánico elaborado a base de gallinaza; en la taza 2, se empleó ad libitum que es un fertilizante organico más balanceado con 24% de proteína bruta; en la taza 3, se empleó ad libitum, pero con 28% de proteína bruta. Los resultados de la investigación llegan a mostrar que, los peces alimentados con la taza de alimentación 1 lograron un crecimiento más significativo, comprobándose de esa forma que, el empleo de la gallinaza como alimento para peces resulta superior a los alimentos balanceados que se comercializan (Vargas, 2012).

Al evaluar la “Composición nutricional del sedimento en estanques con tilapia roja”, de los 14 nutrientes, en ocho de ellos no se presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ciclos, pero se produjo un incremento en la materia orgánica, en el potasio, en el calcio, en el magnesio y en el manganeso, y una reducción en el aluminio, en el cobre y en el boro, ello durante el ciclo dos. A pesar que en el pH se produjo un incremento, no se evidenció una diferencia de gran significancia ($P > 0.05$), en cuanto que el grado de concentración de fosforo disponible, de sodio, de hierro y Zinc incrementaron, con una alta y significativa diferencia ($P < 0.01$). Se determinó correlaciones positivas y de alta significancia ($P < 0.01$) entre el hierro y el zinc; y de igual forma, entre la materia orgánica y el fosforo con el calcio, el hierro y el zinc. Pese a que se suministró de forma constante aditivos en la granja para poder conservar un sistema de *aguas verdes*, la materia orgánica no resulto superior a 3%, lo que llevo a reflejar un apropiado proceso de mineralización; de igual forma, en términos generales, los valores de micro y macronutrientes llegaron a estar estables (Yossa *et al.*, 2012).

En el estudio “Comparación de parámetros zootécnicos y de calidad de agua de tres sistemas de precría de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*). En base a los resultados logrados, el autor concluye que, el sistema de precria sin recambio de agua, donde se aplicó acondicionador y aireación auxiliar fue el que evidenció tener más adecuados parámetros de calidad de agua para la crianza de las tilapias roja, con ventajas de no utilizar agua, que se traduce en una elevada eficiencia en el manejo del agua, lo que hacer ver a este sistema como una alternativa estratégica para emplearlo en temporadas de baja pluviosidad (Carbajal, 2014).

En la amazonia peruana se han realizado diversas investigaciones sobre la Carachama, dentro de las cuales tenemos la investigación que lleva por título “Evaluación del efecto del suministro de alimento balanceado sobre el desarrollo de la Carachama Negra (*Liposarcus sp.*), en estado juvenil criados en sistema de estanque”. Se evidenció que, el tratamiento 1 resulto ser mejor que los otros tratamientos, presentando resultados óptimos ($P < 0.05$) en el desarrollo de las carachamas que se criaron. Los peces criados con el tratamiento 1 llegaron a presentar una $GPI = 98.83 \pm 7.90$ g, y una $LSI = 17.43 \pm 0.80$. Asimismo, se llegó a lograr un $ICA = 1.63 \pm 0.13$, una $TCP = 1.77 \pm 0.09$ %/día y una $VCP = 1.65 \pm 0.13$ g/día (Balladares y Lezama, 2015).

En la “Reproducción en cautiverio de la Carachama Negra (*Liposarcus pardalis*)”, se obtuvo un total de 94 eventos reproductivos y se produjo un número de 52,216 alevinos de Carachama Negra. Los resultados de la investigación llevan a concluir que, los tratamientos empleados resultaron de igual factibilidad y eficacia para reproducir y producir alivinos de “Carachama Negra” en cautiverio (Saldaña, 2015).

En la “Evaluación de la Temperatura Letal Máxima para *Hypostomus Hemicochliodon* y *Pterygoplichthys*”, las temperaturas letales máximas que se logró obtener para el caso de la Carachama Negra han sido: temperatura de 40.98 °C - temperatura ambiente, temperatura de 41.13 °C - temperatura de 30.0 °C, temperatura de 41.12 °C - temperatura 31.0 °C y temperatura de 41.44 °C - temperatura de 32.0 °C. Por medio del cambio brusco o gradual de la temperatura, la temperatura letal máxima para la Carachama Negra ha sido de 41.44 °C y para la Carachama Parda ha sido de 40.83 °C, evidenciándose una diferencia de 0.61 °C entre los dos registros. Esta diferencia nos muestra que, la Carachama Negra posee un mayor grado de tolerancia térmica que la Carachama Parda (Corcuera, 2015).

En la “Reproducción en cautiverio de la “Carachama Parda” *Hypostomus hemicochliodon* (loricariidae)”, se logró obtener 32 eventos reproductivos, donde el tratamiento testigo fue el que obtuvo mayor respuesta (59%), le siguió el tratamiento 2 con un 25% y, finalmente el tratamiento 1 con un 16% de los eventos reproductivos obtenidos (Pacaya, 2017).

En un estudio del “Efecto de la fertilización en el rendimiento de *Azolla filiculoides*, un alimento para acuicultura”. Las variables respuesta fueron biomasa seca y fresca. La mejor respuesta de peso fresco (518,32) y seco final (39,6), corresponde al tratamiento

con 560 g de dosis orgánica, con rendimientos de 5,76 g/m²/día, que representan 20,75 t/ha / año en época de lluvia (Méndez *et al.*, 2017).

En el estudio “Rendimiento de alimentos balanceados comerciales en el crecimiento de *Pterygoplichthys sp.* “Carachama Negra”, concluye que el mejor alimento en rendimiento para la ganancia de peso y la longitud estándar fue de cerdos; 39,40 g y 1,58 cm respectivamente; asimismo la mejor tasa de conversión alimenticia y factor de condición se obtuvo también con el alimento de cerdos de 6,81 y 2,33% respectivamente (Vilca, 2019).

El pH recomendado para el manejo del Pirarucú debe estar entre 6,5 y 8,0 unidades. Los Osteoglosidos se deben mantener en conductividades que oscilen entre 26,0 a 64,0 μ S/cm. La temperatura privilegiada para el manejo del Pirarucú debe estar entre 26 y 28°C. Las mejores producciones de peces se obtienen cuando la transparencia varia de 30 a 60 cm. Es importante mantener el oxígeno disuelto del agua de los estanques, en niveles aceptables para los peces forrajeros utilizados en la alimentación del Pirarucú (Franco y Peláez, 2007).

El crecimiento del *P. brachypomus*, no fue afectado por la densidad de siembra, pero si la de *Oreochromis spp.*, aunque crecieron más en la densidad mayor: 228,65 mm y 208,8 g para *P. brachypomus* y 230,81 mm y 269,02 g para *Oreochromis spp.* Los factores de conversión alimenticia fueron buenos: 1,22 (4,5 peces/m²) y 1,01 (5 peces/m²). Las características físico – químicas del agua fueron cercanos en ambos estanques de cultivo y estuvieron dentro del rango de buen crecimiento para estas especies. Los valores de la temperatura fluctuaron entre 21,20 y 28,20 °C. El pH del agua mostró valores ligeramente superiores a 7 a lo largo del proceso de cultivo, variando desde 7,15 hasta 7,30. La concentración de oxígeno disuelto, sus valores oscilaron entre 3,50 y 6 mg/L. (Acosta y Farfán, 2015).

Los valores obtenidos en la influencia de la densidad de siembra y de la tasa de alimentación en el crecimiento de alevinos de *Brycon cephalus*, “Sábalo Cola Roja” fueron los siguientes: Temperatura 25°C en la mañana y 30°C para la tarde, Oxígeno disuelto 4.4 mg/l, pH 6.5, Amonio 0.05 mg/l, dureza 50.1 mg/l, CO₂ 12 mg/l y transparencia de 30 cm. En conclusión, los mejores resultados se obtuvieron con la D1T2 (5 peces/m², 8%) y la D1T1 (5 peces/m², 5%), siendo los tratamientos con mayor incremento de peso longitud (Murrieta y Rengifo, 2016).

El crecimiento del *P. brachipomus* fluctuó entre 14,74 y 21,55 g y 10,05 y 11,87 cm para peso y talla respectivamente con FCA de 1,62 a 2,40 con sobrevivencia de 60 a 100%. Se concluye que se alcanzó mayor rendimiento de *P. brachipomus* a una densidad de 5 peces/50 L en T1 (Valencia, 2016).

Los peces a densidad de 1 pez/m² de espejo de agua mostró mejores resultados en la ganancia de peso (278.54 g), velocidad de crecimiento (2.06 g/día), tasa de crecimiento específico (1.2 %g/día), factor de conversión alimenticia (1.21) y eficiencia alimentaria con (82.32%) que los obtenidos por peces a densidades de 2 y 3 peces/m² de espejo de agua para el cultivo de Pacotana (Aldava, 2017).

Los resultados muestran que las Tilapias cultivados con densidad 30 peces/m³ presentaron mejor velocidad de crecimiento en peso (1.68 g/día), conversión alimenticia aparente (1.33), velocidad de crecimiento en longitud (0.11 cm/día) y sobrevivencia (100%); entretanto, los peces cultivados con densidad de 70 y 90 peces/m³ mostraron mejor biomasa 5.12 y 5.41 kg/m³, respectivamente; sin embargo, los peces cultivados con densidad 50 peces/m³ mostró mayor utilidad 84.47% (Nuñez, 2017).

En los parámetros de calidad del agua evaluados en el efluente, no sobre pasan los estándares de calidad ambiental para agua establecidos por D. S. N° 015-2015-MINAM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en ambientes tropicales; mientras en los afluentes los parámetros de nitritos y amoníaco si sobre pasan con valores de 0.36 mg/l y 0.12 mg/l de 0.1 mg/l respectivamente (Amacifen y Guevara, 2017).

Se obtuvieron crecimientos finales promedios en peso de 98,80 g en el T1 (15 ejemplares/m²) y 52,68 g en el T2 (30 ejemplares/m²), con longitudes de 18,40 cm y 13,80 cm, para los tratamientos T1 y T2 respectivamente. Estadísticamente presentaron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$); además se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en peso de 1,08 g/día (T1) y 0,55 g/día (T2) y una tasa de crecimiento absoluto en longitud de 0,14 cm/día (T1) y 0,09 cm/día (T2). La evaluación de los parámetros ambientales obtuvo un rango de temperatura promedio diario de 27 y 29 °C; el Oxígeno disuelto se mantuvo entre 7,3 mg/l y 9,7 mg/l; el pH en un rango de 7,7 y 8,6 y una transparencia de 27,5 y 32 cm., encontrándose dentro de los rangos óptimos para el cultivo de *Oreochromis niloticus* (Porteros, 2019).



Mantener una buena calidad del agua es esencial para garantizar que los peces realicen todas sus funciones vitales como respirar, alimentarse, reproducirse y excretar, mantener la salud y prevenir infecciones por patógenos. Las condiciones adecuadas de calidad del agua para la cría de Tambaqui son: oxígeno disuelto (4-8 mg / L), temperatura (26-30 ° C), pH (7-8) y amoníaco total (<1 mg / L). En el estudio, el amoníaco total alto fue uno de los factores de riesgo encontrados en las piscifactorías del bajo São Francisco. Este factor está relacionado con poca o ninguna renovación de agua, con altas tasas de alimentación y / o fertilización y acumulación de materia orgánica en el vivero. La elevación de amoníaco puede incrementar la presencia de patógenos en el vivero (Reis *et al.*, 2020).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema.

La producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) a nivel internacional no se registra en la estadística (FAO, 2018). A nivel nacional durante los años 2006 al 2015, presenta una máxima producción para el año 2010 (22 TM) disminuyendo en el año 2015 (4 TM). De esta cantidad (producción del año 2015) corresponde 0.68 TM la producción en la Región de Madre de Dios (PRODUCE, 2016).

La Carachama va asociado en los cultivos de Tilapia Roja, Tilapia Nilótica, Pacotana, Gamitana como “limpiadores de los estanques” con producciones muy bajas (Pichillingue y Velarde, 2006).

Siendo el cultivo de peces nativos incipiente en nuestro país, resulta fundamental incentivar la I+D+i de la piscicultura amazónica. Por otro lado, se requiere procedimientos de producción comprobados desde el punto de vista científico para que puedan apoyar al aumento de la competitividad acuícola (ONUDI, 2017).

Los lagos y cochas están siendo afectados por la minería en Madre de Dios, disminuyendo su territorio de hábitat, reflejado en la disminución de la pesca artesanal de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Por otro lado, la población de la región Madre de Dios enfrenta problemas sociales, como la desnutrición infantil. Las investigaciones realizadas de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la fase de engorde con alimento balanceado, registran bajos rendimientos de los indicadores de producción. En la actualidad no contamos con normativas y protocolos para la buena producción de la

Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Por tal razón, se llevó a cabo la investigación experimental con la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), empleándose el factor fertilización de los estanques para la formación de detrito como alimento.

2.2 Enunciados del problema.

¿Cuál es el efecto de diferentes niveles de fertilizantes (hidróxido de calcio, urea, NPK y guano de isla), para la formación de detrito que influyen en la producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*)?

¿Cuál es el efecto de diferentes niveles de fertilizantes (hidróxido de calcio, urea, NPK y guano de isla), en términos de rendimiento de los índices productivos de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*)?

2.3 Justificación.

El cultivo de peces amazónicos en el Perú está en proceso de desarrollo limitado, con pocas especies de peces (Paco, Gamitana y Paiche) que presentan protocolos de cultivo. Sin embargo, existen otras especies como la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), Boquichico, Turuchuqui, Carachama Mama, Yulilla y otros que tienen bondades para la piscicultura sin alimento artificial por ser detritívoros, que cuentan con notoria demanda en el mercado regional y nacional.

Las interrogantes de las justificaciones son las siguientes:

¿Qué?, siendo la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) una especie nativa amazónica con potencialidad piscícola por tener un régimen alimenticio detritívoro, resistente a niveles bajos de concentración oxígeno disuelto en el agua, confinamiento en los estanques a elevadas densidades de siembra, estatus en el mercado segunda categoría de preferencia del público consumidor en la amazonía peruana; esta especie no está siendo aprovechado.

¿Por qué?, la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) presenta una escasa oferta y alta demanda en el mercado local y nacional, por tener una carne muy apreciada con una composición en 100 g de carne de Carachama contenido en energía (64 Kcal), calcio (140 mg), fósforo (151 mg), hierro (1.20 mg), vitamina C (4.80) y proteínas (14.2 g) (MINSA 2009).

¿Paraqué?, la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) tenga tecnología productiva, nuevos conocimientos propios al alcance de los estudiantes, técnicos pesqueros, piscicultores y profesionales.

Esta tesis de investigación tuvo el propósito de conocer qué concentración de fertilización de los estanques es óptima para la producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) que ayude a la ganancia de mayor biomasa en el periodo de tiempo más corto posible en la Región de Madre de Dios – Perú.

2.4 Objetivos.

2.4.1 Objetivo general.

- Determinación de los niveles de fertilización de estanques para la formación de detrito que influyen en la producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la Región de Madre de Dios - Perú.

2.4.2 Objetivos específicos.

- Determinación de los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O₂ disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO₂).
- Determinación de los factores físicos y químicos de detrito en los estanques (pH, nitrito, nitratos, amoníaco y CO₂).
- Evaluación del rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en los estanques.

2.5 Hipótesis.

2.5.1 Hipótesis general.

- Los diferentes niveles de fertilización en los estanques, influirán en la formación de detrito y en rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

2.5.2 Hipótesis específicas.

- Los diferentes niveles de fertilización, influirán en las características físicas y químicas del agua en los estanques.



- Los diferentes niveles de fertilización, influirán en las características físicos y químicos de detrito en los estanques.
- El rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), será mejor en los estanques fertilizados.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio.

La parte experimental de la investigación se llevó a cabo en la Piscigranja ROALCA, la misma que se encuentra situada en el Km 6.5 Carretera El Prado, Comunidad el Prado, en el distrito Tambopata y Provincia de Tambopata, región Madre de Dios. Coordenadas U. T. M. (Sistema WGS 84). Norte – 8617133. Este – 0478435. Altura 175 m.s.n.m. Figura 1.

La Piscigranja ROALCA cuenta doce estanques, lugar donde se llevó a cabo la presente investigación. Cada uno representa 50 m² de espejo de agua (5 m. de largo por 10 m. de ancho). La parte experimental se llevó a cabo en los meses de octubre-diciembre del año 2020.



Figura 1. Instalación de la Piscigranja ROALCA. Estanques de investigación contorno amarillo.

Fuente: <https://www.google.com/maps>

En el área se puede encontrar zonas desde los 170 m.s.n.m. hasta una altitud mayor a los 220 msnm. Los actores son las comunidades locales de El Prado, Cachuela, Otilia y

Puerto Arturo que se encuentran en la categoría de corredor turístico por la Municipalidad Provincial de Tambopata, otorgado por la inversión en el turismo y la acuicultura por su cercanía a Puerto Maldonado, capital de Madre de Dios.

La ganadería es extensiva y de poca importancia. Se viene practicando una agricultura basada en la tala y quema, especialmente para el autoconsumo de la población de la comunidad El Prado. La extracción de material agregado como arena y hormigón suele representar una de las más importantes actividades económicas que se practica en la zona

La zona presenta un alto potencial pesquero, no únicamente por el número y la calidad de especies que en ella se pueden aprovechar, sino además por la amplia red hidrográfica que aún suele conservar apropiadas condiciones para la acrianza de peces.

El potencial ecoturístico del corredor turístico mencionado, se puede aprovechar de forma ventajosa para dinamizar la economía de dicha zona. La conocida Fiesta de San Juan que suele llevarse a cabo todos los años en la Comunidad El Prado y, la Fiesta de San Pedro y San Pablo que se realiza en la Comunidad de Cachuela, representan la principal festividad de la zona.

3.2 Población.

La población estuvo comprendida por todos los individuos de la Carachama Negra de (*Pterygoplichthys sp.*) en la fase de engorde de la Piscigranja ROALCA.

3.3 Muestra.

Se consideró una muestra de 600 unidades de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) que ingresaron a la investigación. Se distribuyeron en 12 estanques de investigación en una cantidad de 50 unidades de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por estanque, con un peso promedio de 55 g y una longitud estándar en promedio de 13 cm.

3.3.1 Muestreo y procedimiento.

El muestreo en cada estanque se realizó al azar: 5 individuos de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) de cada unidad experimental, por tanto, se tomó aleatoriamente 5 especímenes de cada tratamiento (10% del total de la muestra).

En la toma de datos para la medición de las variables dependientes Longitud Estándar (LS en cm), Ganancia de Peso (GP en g), Índice de Crecimiento en Peso (ICP en g/día), Índice Conversión de Alimenticia (ICA) y Porcentaje de Supervivencia (PS

en %), se tomó como metodología el muestreo probabilístico – aleatorio, que consistió en seleccionar n elementos entre los N que conforman la población, de tal forma que todas las muestras posibles de tamaño n puedan tener iguales probabilidades para ser obtenidas (Flores *et al.*, 2008). Figura 2.

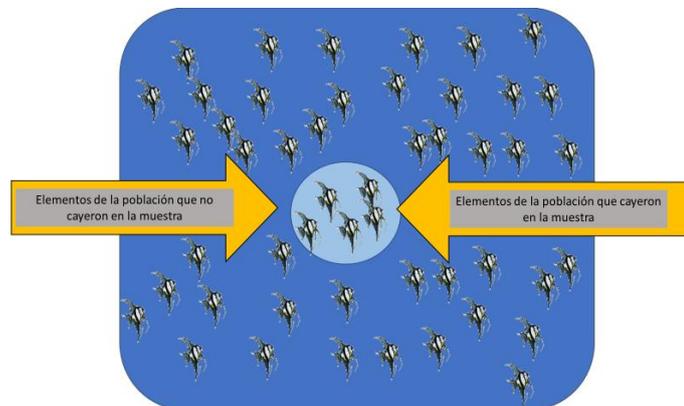


Figura 2. Representación esquemática de la muestra

3.4 Método de investigación

En el flujograma muestra el orden secuencial de la metodología de la investigación (Figura 3).

3.5 Descripción de métodos por objetivos específicos.

3.5.1 Determinación de los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O₂ disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO₂).

Para dosificar los niveles de fertilización del agua se ha tomado como referencia Kg/ha para cada tratamiento y calculado para los estanques de investigación de 50 m². La tabla 1 muestra los niveles patrón de fertilizantes Kg/Ha de espejo de agua (propuesto por FONDEPES, 2018) y la tabla 2 los niveles de fertilizantes por tratamientos para 50 m² de espejo de agua correspondiente a la presente investigación.

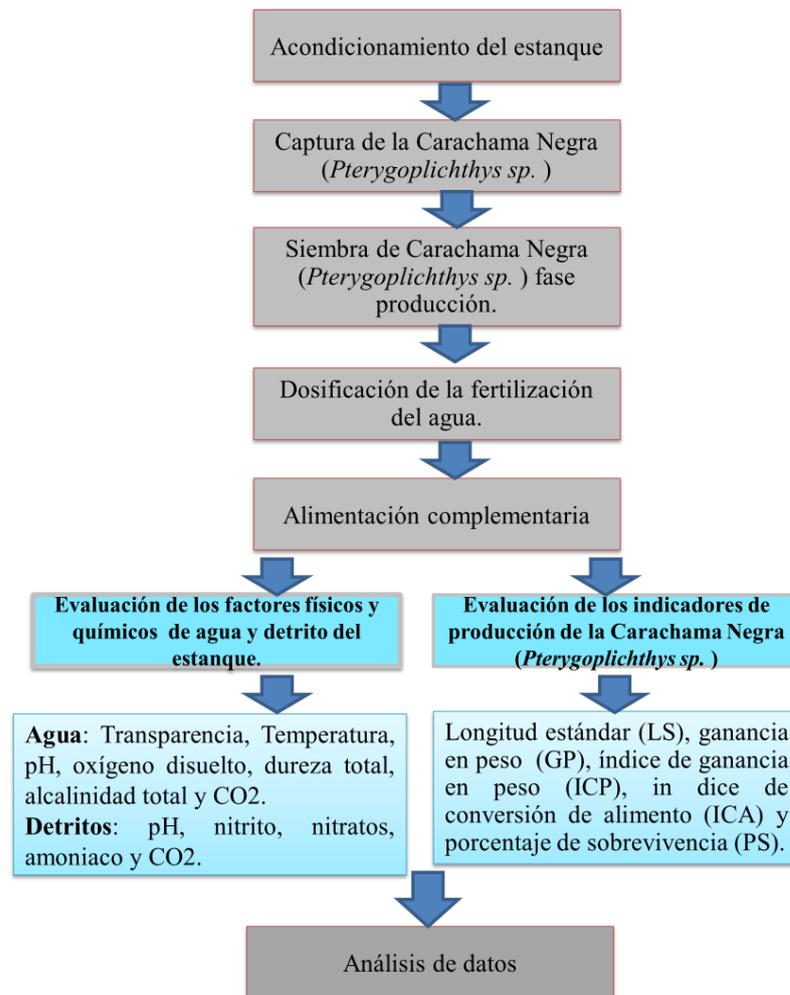


Figura 3. Flujograma de ejecución de la investigación.

Tabla 1

Dosis patrón de fertilizantes (Kg/Ha)

Hidróxido de Calcio (Ca(OH) ₂) (Kg/Ha)	Urea al 46% (Kg/Ha)	NKP al 60% (Kg/Ha)	Guano de isla (Kg/Ha)
0.00	0.00	0.00	0.00
250.00	25.00	25.00	250.00
500.00	50.00	50.00	500.00
750.00	75.00	75.00	750.00

Fuente: Propuesto por FONDEPES, 2018

Tabla 2

Niveles/semana de fertilizantes por tratamientos (Kg/50 m²)

Dosis/semana en 50 m² de espejo de agua	Hidróxido de Calcio (Ca(OH)₂) (Kg/50m²)	Urea al 46% (Kg/50 m²)	NKP al 60% (Kg/50 m²)	Guano de isla (Kg/50 m²)
Tratamiento - 4 (testigo)	0	0	0	0
Tratamiento - 1	1.25	0.27	0.21	1.25
Tratamiento - 2	2.5	0.54	0.42	2.5
Tratamiento - 3	3.75	0.82	0.63	3.75

Los fertilizantes se mezclaron juntos en el momento de la aplicación/semana, por espacio de tres meses, tiempo que duró la investigación en campo.

La fertilización en los estanques se realizó cada siete días. Se disolvió cuidadosamente la dosis necesaria de fertilizante en un recipiente (tacho de 20 litros, lleno con el agua del estanque). Con ayuda de baldes, se distribuyó la solución uniformemente en toda la superficie del estanque desde la orilla.

Pasando siete días de que se llevó a cabo el suministro de la primera dosis de fertilizantes, se midió los parámetros físico químico del agua, con la finalidad de tener el registro inicial.

Se realizó muestreo de agua de todos los estanques de investigación a intervalo de treinta días durante del experimento con la finalidad de determinar y evaluar los factores físicos químicos del agua de los estanques objeto de estudio. Los parámetros son: Transparencia (cm), dióxido de carbono (ppm), alcalinidad total (ppm), dureza total (ppm), oxígeno disuelto (ppm), pH y temperatura (°C).

Se empleó la metodología otorgada en el manual de titulación para análisis de agua Kit AQ-2 Laboratorio HACH. La Motte. Se emplearon 1 disco de Secchi. 1 termómetro ambiental. Fresh water. Aquaculture Kit AQ-2- La Motte. 1 balde de 4 litros.

3.5.2 Determinación de los factores físicos y químicos de detrito en los estanques (pH, nitrito, nitratos, amoniac y CO₂).

Se realizó muestreo de detrito en los estanques a intervalo de treinta días durante el experimento, con la finalidad de conocer los factores fisicoquímicos de detrito en los

estanques de los siguientes parámetros: pH, nitrito (ppm), amoníaco total (ppm), amonio (ppm) y dióxido de carbono (ppm).

Se obtuvo 500 ml de detrito del fondo del estanque. Para determinar los factores físicos y químicos se empleó la metodología otorgada en el manual de titulación para análisis de agua Kit AQ-2 Laboratorio HACH. La Motte.

La tabla 3, muestra los valores óptimos y máximos y mínimos de los más importantes parámetros de calidad de agua para el cultivo de Gamitana (FONDEPES, 2018), que son datos de referencia que se compararán con los resultados de los objetivos 1 y 2.

Para el análisis del sedimento se empleó el equipo Fresh water. Aquaculture Kit AQ-2- La Motte y como materiales 12 bolsas herméticas y 1 balde de 4 litros.

Tabla 3

Valores mínimos y máximos de los principales parámetros de calidad de agua para el cultivo de Gamitana

Parámetro	Unidades	Rango óptimo	Mínimo	Máximo
Transparencia	cm	30 -40	15	45
Temperatura	°C	24-28	20	30
pH	escala	7.0 -8.0	6	9
Oxígeno disuelto	ppm	6.0-7.0	4	8
Dureza total	ppm	20-150	10	250
Alcalinidad total	ppm	30- 200	20	200
Anhídrido carbónico	ppm	1.8-2.0	0	4
Dióxido de carbono	ppm	2	4	20
Amonio	ppm	0 - 0.4	1	1.6
Nitrito	ppm	0	0.006	0.08
Nitratos	ppm	20	25	50

Fuente: FONDEPES, 2018.

3.5.3 Evaluación del rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en los estanques.

Se siguió los siguientes pasos: vaciado del agua del estanque, preparación del fondo, encalado, fertilización inicial del agua, prellenado y llenado completo del estanque.

Los especímenes de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) fueron capturados de los estanques de cultivo de la Piscigranja ROALCA, y estabulados temporalmente en dos estanques de concreto de 6 m³ de agua. Se prosiguió con la selección manual de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) y se obtuvo un promedio de 55 g de peso y una longitud estándar de 13 cm. En estos estanques los peces llegaron a permanecer por un espacio de siete días.

Las Carachamas se agruparon en 50 individuos y se muestrearon el 10% (5 individuos/tratamiento y sus respectivas repeticiones). Datos que correspondió el inicio del experimento. Este procedimiento se realizó para todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones. El transporte se realizó en baldes para ser sembrados en los estanques de investigación.

Se utilizó alimento balanceado para cerdos etapa crecimiento con un valor nutricional de: proteína de 16%, carbohidratos 50%, grasa 2%, fibra 5%, cenizas 8%, calcio 0.65%, fósforo 0.35% y humedad de 13%. Presentación del pellet de 3/6".

La tasa de alimentación llegó a ser del 3% de la biomasa propuesta por (Balladares and Lezama 2015) de cada estanque para todos los tratamientos y sus repeticiones. El cambio de la nueva ración de alimento fue cada 30 días, previos muestreos del nuevo peso promedio y biomasa (Ver fórmula).

$Cantidad\ alimento\ (kg) = Biomasa \times tasa\ de\ alimentacion$

$Biomasa\ (kg) = Peso\ promedio \times total\ de\ peces\ en\ cada\ estanque$

La forma de alimentación fue al boleó en horas de la mañana, una sola vez por día del total de alimento por cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

El muestreo se efectuó a los doce estanques de la investigación cada treinta días, con el objetivo de evaluar los siguientes indicadores de crecimiento: longitud estándar (LS), ganancia de peso (GP), Índice de crecimiento en peso (ICP), índice de conversión del alimento (ICA) y porcentaje de supervivencia (PS).

- Para calcular la ganancia de longitud estándar (LS) se utilizó un ictiómetro graduado en centímetros.

- Para calcular la ganancia de peso (GP), se utilizó una balanza gramera de 1 g de precisión marca Clever JR.
- Para calcular el índice de crecimiento en peso (ICP), se utilizó una balanza gramera de 1 g de precisión marca Clever JR.
- Para calcular el índice de conversión de alimento (ICA), se registró la cantidad total de alimento suministrado durante un mes.
- Para calcular el porcentaje de supervivencia (PS), se realizó mediante el registro mensual de mortalidad.

La metodología se aplicó según las necesidades de datos.

- Para calcular la ganancia de longitud estándar (LS), se procedió a restar el valor final con el valor inicial y expresado en incremento de longitud en cm., lo cual se expresa en la siguiente Fórmula $LS (cm) = LS \text{ final } (cm) - LS \text{ inicial } (cm)$.
- Para calcular la ganancia de peso (GP), se procedió a restar el peso final que obtuvieron con el peso inicial que tenían, y expresado en g., lo cual se expresa en la siguiente Fórmula: $GP (g) = P \text{ final } (g) - P \text{ inicial } (g)$.
- Para calcular el índice de crecimiento en peso (ICP), la ganancia de peso (g) se procedió a dividir entre 30 días, lo cual se expresa en la siguiente Fórmula: $ICP = GP / \text{tiempo}$, expresado en g/día.
- Para calcular el índice de conversión de alimento (ICA), se procedió a dividir el consumo total de alimento con la ganancia de peso al ser alimentados, durante 30 días, expresado en g., lo cual se expresa en la siguiente Fórmula: $ICA = \frac{CA}{GP}$ donde CA = Consumo de alimento (Kg/mes) y GP = Ganancia de peso (Kg/mes).
- Para obtener el porcentaje de supervivencia (PS), viene a ser el total de las Carachamas vivas cosechadas, dividido entre el número de Carachamas sembradas multiplicado por 100, expresado en porcentaje. Fórmula:

$$PS = \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \times 100 \%$$

Los datos biométricos se llegaron a registrar en fichas de evaluación técnica, después se almacenaron y procesaron a través de hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016, lo cual permitió determinar los diferentes indicadores de crecimiento.

Se utilizaron los siguientes materiales: 1 balanza gramera 1 gramo de precisión de capacidad máxima de 10 Kg. 1 Ictiómetro. 1 tina de 40 l de capacidad. 1 red de arrastre de 20m x 3m. 12 baldes de plástico. 6 bolsas de transporte. Y materiales de escritorios: 1 cuaderno de apuntes. 2 millares de papel bond. 1 tóner de impresora. 2 libretas de campo. 5 bolígrafos. 5 lápices. 2 memorias USB. 2 tableros de campo.

Los insumos utilizados fueron: 5 sacos de alimento balanceado para cerdos (40 Kg/saco). 10 sacos de hidróxido de calcio (40 Kg/saco). 2 saco de urea (50 Kg/saco). 2 saco de NPK (50 Kg/saco). 10 sacos de guamo de isla (50 Kg/saco). Y los equipos utilizados fueron: 1 calculadora. 1 cámara fotográfica. 1 motobomba. 1 laptop. 1 kit de disección.

3.6 Variables analizadas

Variable dependiente: Rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) (VD).

Variable independiente: Niveles de fertilización en los estanques (VI).

3.7 Aplicación de prueba estadística inferencial.

Se distribuyó los tratamientos de forma aleatoria entre cada una de las unidades experimentales (tabla 4 y figura 4).

En la investigación realizada se aplicó el análisis estadístico, ello mediante el Diseño Completamente al Azar o randomizado (DCA).

Tabla 4

Niveles de fertilización de estanques por tratamientos

Tratamiento	Nivel	Dosis
T -1	N - 1	Hidróxido de calcio 1.25 Kg. + Urea 0,27 Kg. + NPK 0,21 Kg. + Guano de isla 1,25 Kg.
T -2	N - 2	Hidróxido de calcio 2.5 Kg. + Urea 0,54 Kg. + NPK 0,42 Kg. + Guano de isla 2.5 Kg.
T -3	N - 3	Hidróxido de calcio 3.75 Kg. + Urea 0,82 Kg. + NPK 0,63 Kg. + Guano de isla 3.75 Kg.
T -4	(control)	Sin fertilización.

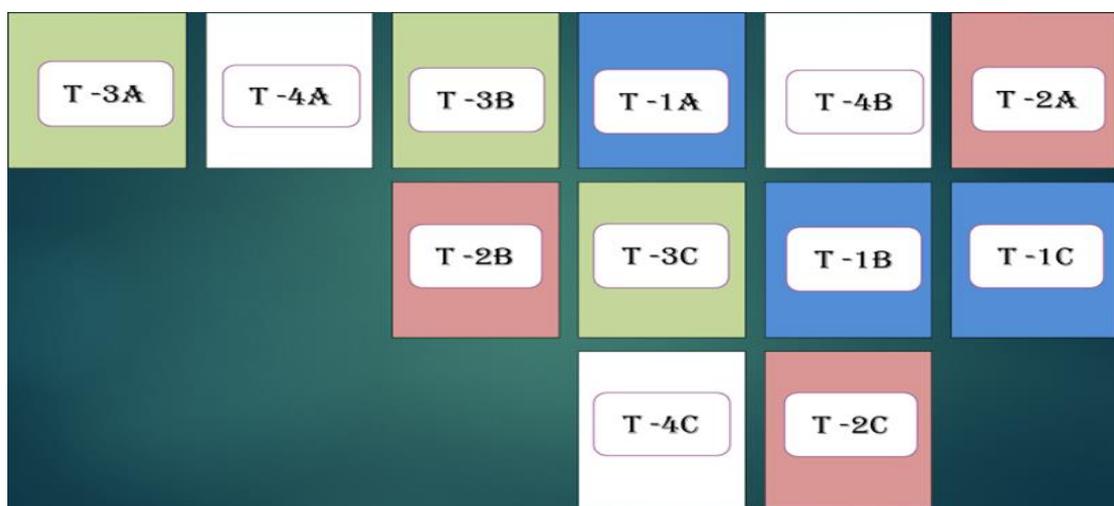


Figura 4. Croquis experimental según distribución de los tratamientos en los estanques.

Nota: Distribución de los estanques de investigación en Acuicultura ROALCA, 2020.

Para el objetivo específico 1 y 2, el diseño experimental contó con 03 tratamientos y 01 control, con tres réplicas en cada lectura de los resultados. El análisis estadístico se llevó a cabo por medio del Análisis de Varianza (ANOVA). Para determinar su jerarquía se llegó aplicar la prueba T de Dunnett (bilateral) con un 95% de nivel de confianza y todo análisis fue realizado empleando el programa SPSS V. 22. La prueba T de Dunnett trata un grupo como un control, y compara todos los demás grupos con este.

Para el objetivo específico 3, el diseño experimental contó con 03 tratamientos y 01 tratamiento control, con tres réplicas en cada lectura de los resultados. El análisis estadístico se llevó a cabo por medio del Análisis de Varianza (ANOVA). Para determinar su jerarquía se llegó aplicar la prueba de Games-Howell con un 95%, de nivel de confianza y todo análisis fue realizado empleando el programa SPSS V. 22.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O₂ disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO₂).

Transparencia. Los valores más altos en promedio de transparencia (cm) se obtuvo el T-3 (9.89 cm), seguidos por el T-2 (9.33 cm), T- 4 (8.56 cm) y T-1 (7.78 cm). Tabla 5 y figura 5. A los 60 días los valores de transparencia muestran homogenización entre los tratamientos, debido a la presencia de lluvia días antes del muestreo. Estos valores fueron buenos y favorables para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 5

Valores de transparencia del agua (cm) por tratamientos durante 90 días.

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	8.33	6.67	8.33	7.78
T-2	9.33	7.67	11.00	9.33
T-3	6.67	6.67	16.33	9.89
T-4 (Control)	6.67	8.00	11.00	8.56

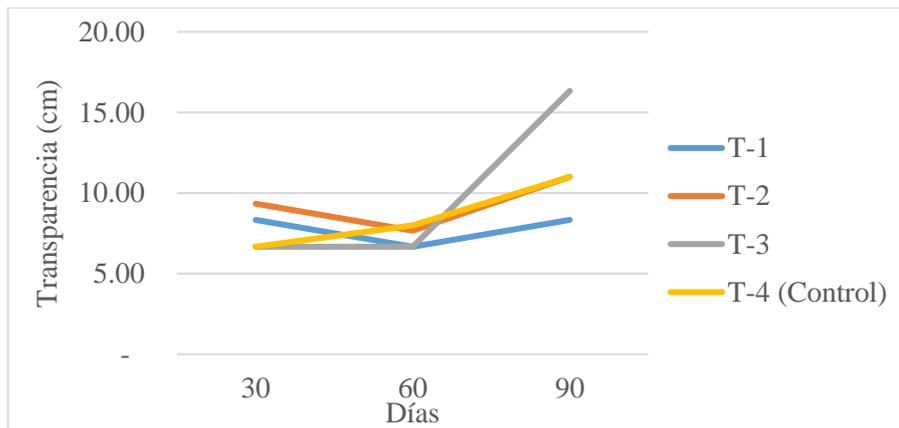


Figura 5. Valores de transparencia del agua (cm) por tratamientos.

La transparencia del agua, no llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados (tabla 16).

La transparencia permite el pasaje de la luz, favoreciendo la coloración verde del agua en los estanques y por intermedio de la clorofila de las algas producen oxígeno por medio de la fotosíntesis. La transparencia que pueden tener las aguas representa un factor importante en la actividad piscícola (Pacic, 2010). La experiencia ha demostrado que, el rango de 30 cm a 40 cm demuestra alta productividad acuática. Sin embargo, no se deben desechar si las fuentes de agua no cumplen con este requisito (FONDEPES, 2018).

Los resultados de transparencia obtenidos (tabla 05), son óptimos para el cultivo Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), Estos resultados difieren con los valores de transparencia citados por Balladares y Lezama (2015) 19.69 cm; Transparencia 97.5 cm a 102.5 cm. citado por (Pacaya, 2017); transparencia 19.47 cm citado por (Vilca, 2019) todas ellos para el cultivo de Carachama, y los citados por (Bazo, 2009; Bazo y Armas, 2008; FONDEPES, 2018; Pacic, 2010) para el cultivo de Paco, Gamitana y Bocachico.

Temperatura. El valor más alto en promedio de temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) se obtuvo el control T-4 (29.22 $^{\circ}\text{C}$), seguidos por los tratamientos T -2 (28.78 $^{\circ}\text{C}$), T-1 (28.72 $^{\circ}\text{C}$) y el menor valor el T -3 (28.50 $^{\circ}\text{C}$). Tabla 6 y figura 6. En la gráfica se observa que a los 60 días los valores se homogenizaron debido a la presencia de lluvia días antes del muestreo. Estos valores son buenos para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 6

Valores de temperatura del agua (°C) por tratamientos durante 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	30.33	26.00	29.83	28.72
T-2	31.00	25.83	29.50	28.78
T-3	30.00	26.00	29.50	28.50
T-4 (Control)	31.67	25.83	30.17	29.22

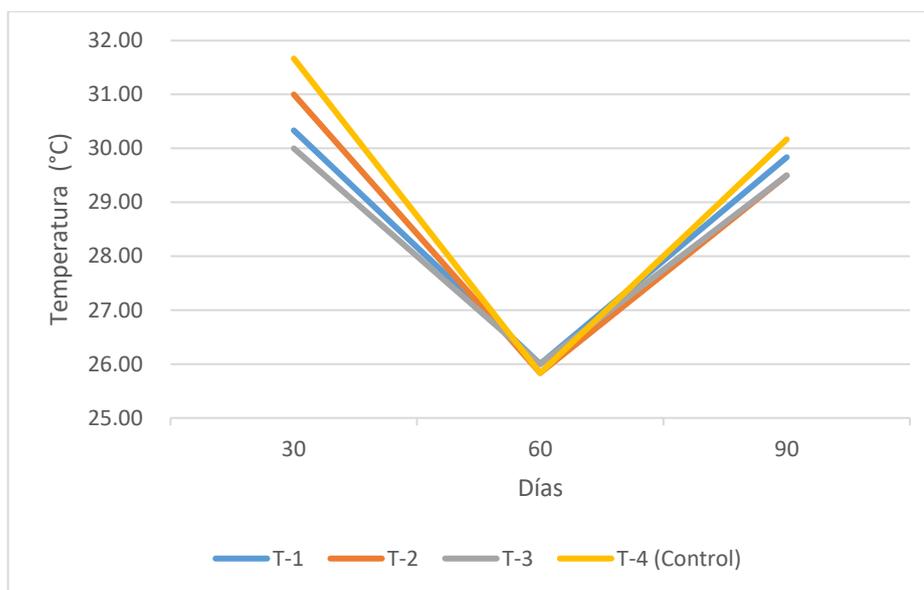


Figura 6. Valores de temperatura del agua (°C) por tratamientos.

La temperatura del agua suele influir de forma considerable en las actividades vitales principales de todo organismo acuático; especialmente para que respire, crezca y se reproduzca. Para gran parte de peces amazónicos, el mejor rango de temperatura entre 25 °C a 30 °C, temperaturas superiores a 35 °C o inferiores a 15 °C, pueden minimizar la tasa de crecimiento (FONDEPES, 2018). La temperatura que se considera como óptima se encuentra entre los 22 y 28°C (Franco y Peláez, 2007; Murrieta y Rengifo, 2016; Acosta y Farfán 2015). Con una temperatura inferior de los 15°C los peces suelen perder el apetito. Con una temperatura inferior de los 10 °C los peces suelen correr graves riesgos de supervivencia (Pacic, 2010). Los peces de clima cálido logran un crecimiento óptimo a temperaturas que se encuentran entre los 25- 32 °C, en tanto que los rangos de temperaturas de 5 -11 °C y de 38 - 42 °C, llegan a ser letales (Ortega *et. al.*, 2006).

La Carachama tiene un extenso rango de tolerancia térmica. Por lo general, la Carachama vive en aguas con temperaturas que suelen fluctuar entre los 24 - 28 °C y cuando es sometido al estrés térmico es capaz de resistir a temperaturas que fluctúan entre los 8 - 10 °C. (Corcuera, 2015).

En relación a los resultados del análisis de temperatura (°C) del agua, no llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados (tabla 16).

El valor promedio de temperatura registrado en la presente investigación es bueno para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) (tabla 06) y se ubican dentro de los valores óptimo según (FONDEPES, 2018; Pacic, 2010; Ortega et al., 2006 y Balladares y Lezama (2015) con 28.33 °C, Vilca (2019) 26.5 °C, Saldaña (2015) 26°C, Pacaya (2017) 26.5 °C y Murrieta y Rengifo, (2016) 25°C a 30°C para el cultivo de peces amazónicos.

Ph. El valor más alto en promedio de pH se obtuvo el T-2 (8.26), seguidos por el T-1 (8.14), T-3 (7.67) y menor valor en el T -4 control (7.11) (tabla 7 y figura 7). Estos valores corresponden a un pH ligeramente alcalino y se encuentran dentro del valores mínimo y máximo (6 a 9 escala de pH) para el cultivo de peces amazónicos según (FONDEPES, 2018; Kubitzka, 2003; Pacic, 2010). En la gráfica se observa la homogenización de los valores por efecto de la lluvia.

Tabla 7

Valores de pH del agua por tratamientos durante 90 días.

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	9.27	7.00	8.17	8.14
T-2	8.93	7.50	8.33	8.26
T-3	7.83	7.50	7.67	7.67
T-4 (Control)	8.17	6.50	6.67	7.11

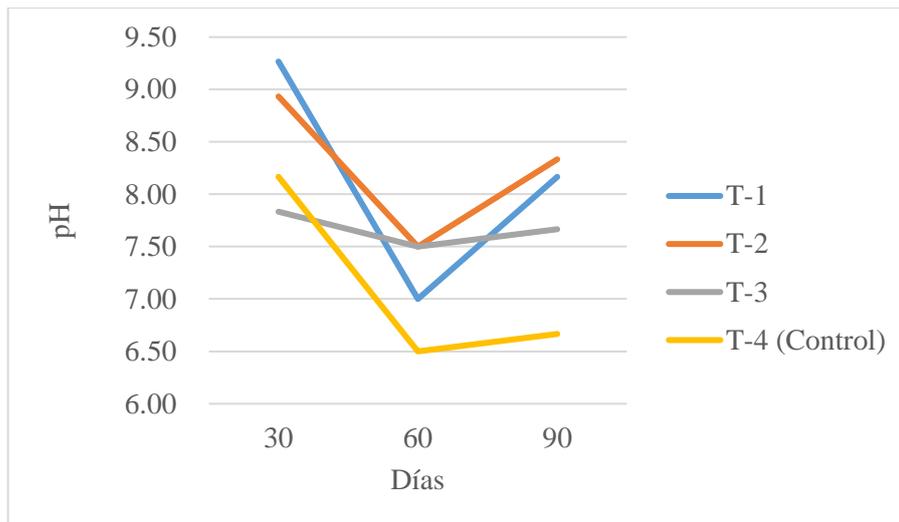


Figura 7. Valores de pH del agua por tratamientos.

Por regla general, todo valor de pH próximo a neutralidad (6.5-8.0) resulta más adecuado para producir peces. La tolerancia de valores extremos de pH varía con la especie de peces en cultivo. La elevación de pH aumenta la concentración de forma no ionizada de amonio en el agua, y deja una fracción tóxica de amonio $\text{NH}_4 + \text{OH} = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Por otro lado, los valores bajos de pH ocurren un aumento de producción de formas tóxicas de nitrito $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ = \text{HNO}_2$ y de gas sulfhídrico $\text{HS} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{S}$, que pueden estar presentes en viveros con grandes acúmulos de residuos orgánicos (Kubitza, 2003).

Todo valor de pH puede sufrir variaciones durante el día según la actividad fotosintética y respiración de comunidades acuáticas, disminuyendo según al aumento de concentración de gas carbónico (CO_2) en agua. En tanto, un CO_2 , en concentraciones elevadas, no tiene la capacidad de disminuir el pH del agua a valores inferiores que 4.5. Condiciones de pH que se encuentran abajo de 4.5 resultan de presencia de ácidos minerales como los ácidos sulfúricos, clorídricos y nitrito (Kubitza, 2003).

Los resultados del análisis pH del agua, si llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar una prueba de significación para el grupo de medias T de Dunnett. A través de dicha prueba se realizó una comparación de las medias de pH de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T4; T2 y T4, lo cual se debe al grado de pH alcalino de los tratamientos T-1 y T-2 respecto al grado de pH neutro del T-4 (control) (tabla 16).

El valor promedio de pH registrado en la presente investigación es bueno para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) y son similares a los encontrados por Balladares y Lezama (2015) pH 7.69; Saldaña (2015) pH entre 6.81 y 7.25; Pacaya (2017) pH entre 6.75 y 7.00 y citado por Vilca (2019) con pH 6.77 para el cultivo de Carachama. Reis et al., (2020) pH 7 a 8 para cultivo de Tilapia entre un rango de 7,7 y 8,6 (Porteros, 2019). Debido a que las concentraciones de iones H^+ y OH^- se encuentran próximos al equilibrio químico.

Oxígeno disuelto. El valor más alto en promedio de oxígeno disuelto del agua (ppm) se obtuvo el T-1 (7.14 ppm), seguidos por el control T-4 (6.07 ppm), T-2 (5.93 ppm) y menor valor en el tratamiento T-3 (5.78 ppm) (tabla 8 y figura 8). Se observa en la gráfica homogenización de los datos a los 60 días, por efecto de lluvia. Estos valores son buenos para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 8

Valores de oxígeno disuelto del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días.

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	9.23	4.73	7.47	7.14
T-2	9.67	3.13	5.00	5.93
T-3	7.67	1.73	7.93	5.78
T-4 (Control)	6.87	4.13	7.20	6.07

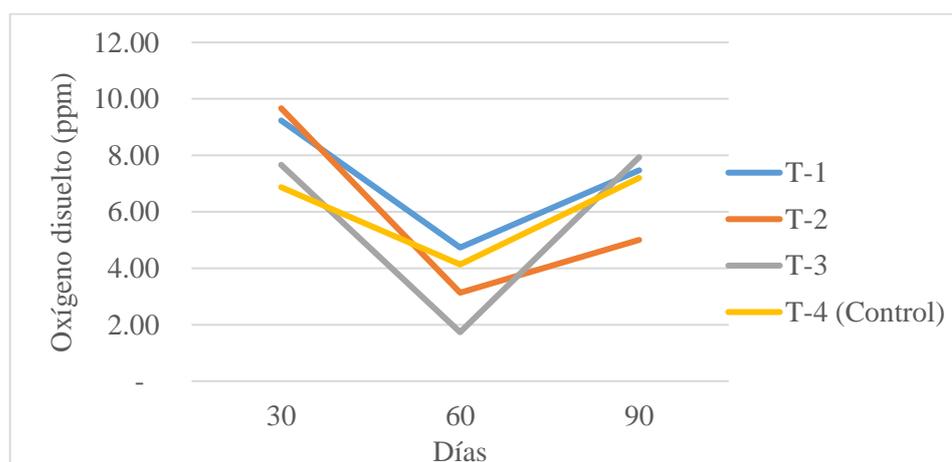


Figura 8. Valores de oxígeno disuelto del agua (ppm) por tratamientos.

El principal parámetro de la calidad de agua lo llega a constituir el oxígeno, su carencia llegaría a ocasionar inconvenientes en la alimentación y por ende en la producción de biomasa. (Sandoval, 2007), representa un factor de suma importancia en la respiración de los peces que se cultivan (FONDEPES, 2018) La Gamitana y el Paco pueden llegar a vivir en ambientes de hasta 1 ppm de oxígeno sin llegar a presentar algún tipo de consecuencia grave (ONUDI, 2017). La concentración de oxígeno disuelto es fundamental para asegurar un adecuado desenvolvimiento de la sobrevivencia de los peces. Preferentemente debe ser mantenida por encima de 4 ppm. Excesivo estrés y riesgo de eliminación ocurren cuando la concentración de oxígeno cae a valores debajo de 2 ppm (Kubitza, 2003).

En relación a los resultados del análisis de oxígeno disuelto (ppm) del agua, no llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados (tabla 16).

Los valores registrados (tabla 8) de oxígeno disuelto en el agua se ubican dentro de los valores óptimos (mayores a 5 ppm) para el cultivo de peces amazónicos según (Bazo, 2009); FONDEPES, 2018; Pacic, 2010; Franco y Peláez, 2007). Balladares y Lezama (2015) de 4.7 ppm; Saldaña (2015) entre 5 ppm; Pacaya (2017) 5 ppm y Vilca (2019) 3.57 ppm para cultivar Carachama. Registrando en la presente investigación nivel favorable para el rendimiento productivo de la Carachamas Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Dureza total. El valor más alto en promedio de dureza total del agua (ppm) se obtuvo el T-3 (90.22 ppm), seguidos por el T-2 (79.44 ppm), T-1 (50.89 ppm) y menor valor en el control T -4 (37.78 ppm) (tabla 9 y figura 9). Se observa en la gráfica homogenización de los datos a los 60 días, por efecto de lluvia. Estos valores de dureza total son buenos para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*)

Tabla 9

Valores de dureza total del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	70.00	26.67	56.00	50.89
T-2	67.33	64.00	80.00	70.44
T-3	126.67	53.33	90.67	90.22
T-4 (Control)	40.00	40.00	33.33	37.78

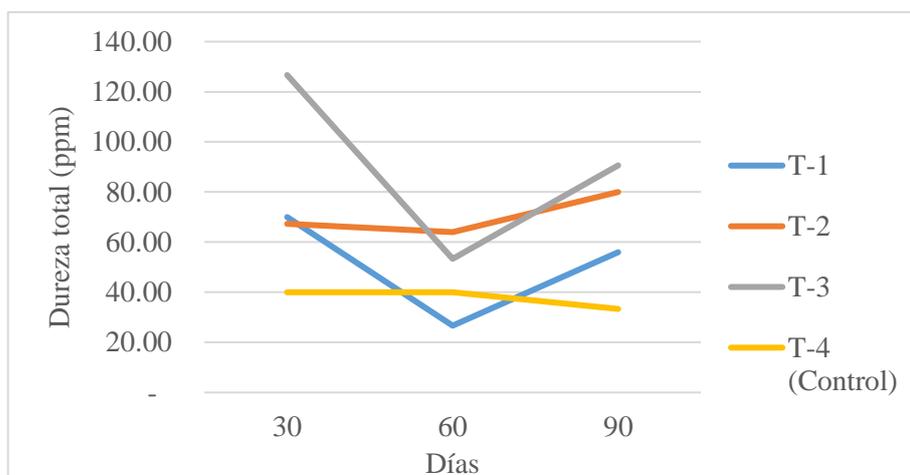


Figura 9. Valores de dureza total del agua (ppm) por tratamientos.

La dureza total llega a representar la concentración de iones metálicos en el agua, en su mayoría representados por magnesio (Mg^{2+}) y calcio (Ca^{2+}).

En aguas de origen natural, los valores de dureza total por lo general suelen equipararse a alcalinidad total, o sea, Ca^{2+} y Mg^{2+} prácticamente en concentraciones asociados a los iones bicarbonatos y carbonatos (Kubitza, 2003). Una concentración de 10 ppm a 250 ppm en el agua de cultivo es recomendada para poder cultivar Boquichico, Paco y Gamitana, siendo el mejor rango entre 20 ppm a 150 ppm citado por (FONDEPES, 2018). Se habla de una dureza para la producción de Tilapia de 50 a 200 ppm (FONDEPES, 2004).

En relación a los resultados del análisis de dureza total (ppm) del agua, no llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados (tabla 16).

Los valores de dureza total en la presente investigación fueron favorables, y se encuentran entre los rangos óptimos según (FONDEPES, 2004; Pacaya, 2017 y Murrieta y Rengifo, (2016). Situación que se debido a la fertilización del agua por la incorporación de calcio y magnesio en el insumo de hidróxido de calcio Ca (HO)₂.

Alcalinidad total. El valor más alto en promedio de alcalinidad total del agua (ppm) se obtuvo el T-3 (146. 89 ppm) debido a la mayor incorporación de hidróxido de calcio Ca (HO)₂. Seguidos por el T-2 (91.11 ppm), T-1 (59.11 ppm) y menor valor en el control T-4 (38.22 ppm), (tabla 10 y figura 10). En la gráfica se observa un elevado valor a los 60 días del T-3 debido a la acumulación de bicarbonato de calcio. Estor valores de alcalinidad total son buenos para el cultivo de la Carachama Negra ((*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 10

Valores de alcalinidad total del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	60.00	66.67	50.67	59.11
T-2	73.33	64.00	89.33	91.11
T-3	126.00	197.33	117.33	146.89
T-4 (Control)	46.67	45.33	22.67	38.22

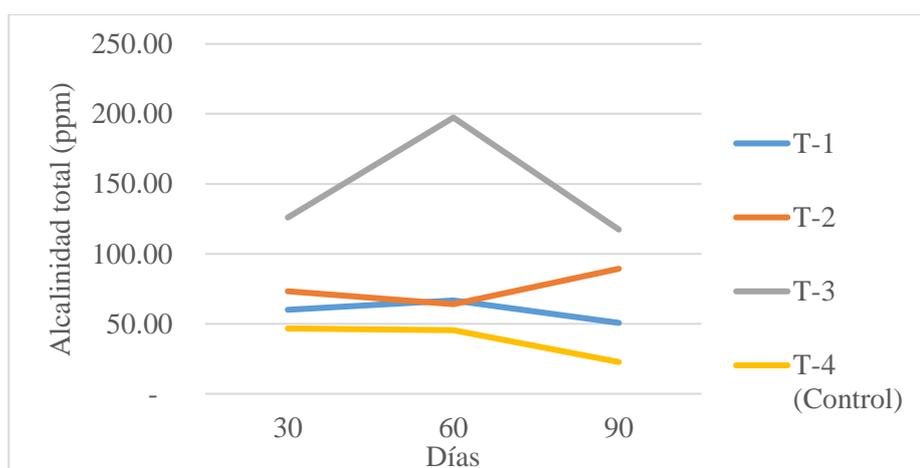


Figura 10. Valores de alcalinidad total del agua (ppm) por tratamientos.

La alcalinidad total se encuentra ligada de forma directa a la capacidad que tiene el agua para conservar un equilibrio ácido-básico. Toda agua con alcalinidad total por debajo de 20 mg CaCO_3/l representa un limitado poder tampón y pueden llegar a mostrar una significativa fluctuación diaria en valores de pH en función de los procesos fotosintéticos y respiratorios en los viveros (Kubitza, 2003; Arboleda, 2006). Una concentración de alcalinidad de 20 ppm a 200 ppm en el agua de cultivo es recomendada para cultivo de Gamitana (FONDEPES, 2018).

Los resultados del análisis de alcalinidad total (ppm) del agua, si llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar una prueba de significación para el grupo de medias T de Dunnett. A través de dicha prueba se realizó una comparación las medias de alcalinidad total de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas en los tratamientos T2 y T4; T3 y T4 (control) (tabla 16).

Los valores registrados (tabla 10) fueron buenos comparados con (FONDEPES, 2018; Murrieta y Rengifo, 2016 y Arboleda, 2006). Siendo la alcalinidad total en la investigación favorable para el rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Pero difieren con Pacaya (2017) de 34 ppm a 43 ppm y Vilca, (2019) 28.03 ppm registrados para el cultivo de Carachama. El resultado se debe a la incorporación de hidróxido de calcio en los estanques que registraron CaCO_3 mayores a 38 ppm (Tabla 10) en la investigación; y como efecto ha mantenido un pH estable entre tratamientos (tabla 07).

Dióxido de carbono. El valor más alto en promedio de dióxido de carbono del agua (ppm) se obtuvo el T-3 (76.00 ppm), seguidos por el T-2 (25.33 ppm), control T-4 (19.73 ppm) y menor valor en el tratamiento T -1 (16.89 ppm), (tabla 11 y figura 11). Los valores de los tratamientos T-1 y T-2 corresponde a la relación: > nivel de fertilización, > productividad primaria > respiración celular > producción de CO_2 . El valor del tratamiento T-3 a los 60 días (153.33 ppm), se debió los días nublado con escasa presencia de radiación solar. Estos valores son buenos para la Carachama y malos otras especies de peces amazónicos.

Tabla 11

Valores de dióxido de carbono del agua (ppm) por tratamientos durante 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	-	40.00	21.33	16.89
T-2	-	40.00	36.00	25.33
T-3	44.00	153.33	30.67	76.00
T-4 (Control)	6.93	40.00	12.27	19.73

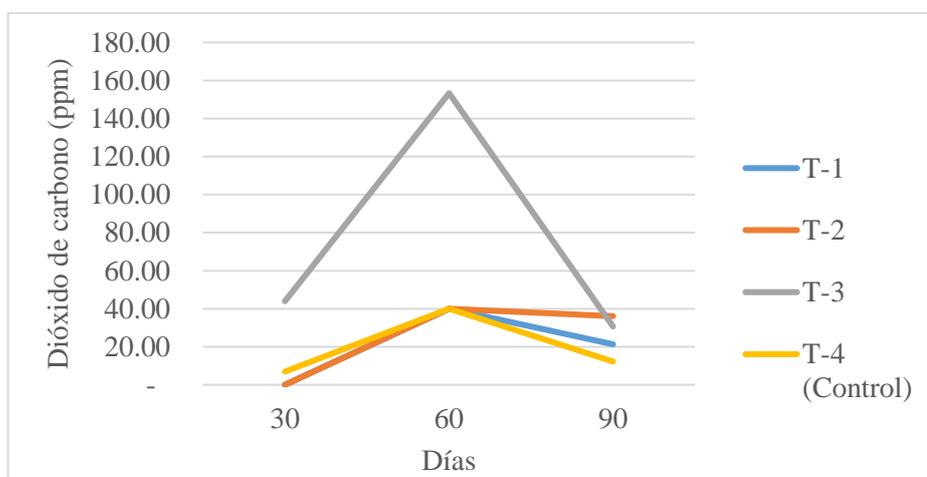


Figura 11. Valores de dióxido de carbono del agua (ppm) por tratamientos.

La respiración de algas, de micrófitos, de peces y zooplancton, como todo aquel proceso microbiológico de descomposición de materia orgánica, representan las fuentes de dióxido de carbono en tanques de viveros. A lo largo de cultivo, la respiración puede exceder la actividad fotosintética (importante mecanismo de remoción de CO_2), aumentando considerablemente la concentración de CO_2 en el sistema, el cual puede ultrapasar fácilmente de 25 mg/L. (Kubitza, 2003)

El dióxido de carbono (CO_2) suele ser altamente soluble en agua, actuando como un componente ácido. El pH del agua resultará menor cuando se produzca una mayor concentración de CO_2 . Una concentración de CO_2 menor a 4,0 ppm en el agua de cultivo es recomendada para el cultivo de peces como: Tilapia, siendo el mejor rango entre 1,8 ppm a 2,0 ppm (FONDEPES, 2004). Es recomendable que el CO_2 se mantenga por debajo de 20 ppm, ya que cuando llega a sobrepasar dicho valor se suele presentar letargia e inapetencia en los peces que se cultivan (FONDEPES, 2018).

Los resultados del análisis de dióxido de carbono (ppm) del agua, si llegó a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) entre los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar una prueba de significación para el grupo de medias T de Dunnett. A través de dicha prueba se realizó una comparación de las medias de dióxido de carbono de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas en el tratamiento T3 y control T4 (tabla 16).

Los valores registrados sobrepasan el rango considerado como óptimo para cultivar peces amazónicos citados por FONDEPES (2018), 9.0 ppm citado por (Pacaya (2017) para el cultivo de Carachama, mecanismo que se debió a la respiración que ha excedido a la actividad fotosintética, aumentando la concentración de CO₂ en los estanques.

4.1.1 Análisis estadísticamente descriptivo del agua en los estanques.

Tratamiento T-1.

La tabla 12, describe los valores físicos-químicos del agua correspondiente al T-1, donde se aprecia cifras menores de desviación estándar (“S”) para la transparencia (1.72), temperatura (2.28); pH (1.28) y oxígeno disuelto (4.02). Mayores cifras de desviación estándar (“S”) para dureza total (31.26); alcalinidad total (11.49) y dióxido de carbono (27.91). Los resultados muestran que, los valores de la desviación estándar (“S”) de transparencia, temperatura, pH y oxígeno no fueron afectados por la fertilización del agua en los estanques objetos de experimentación. Sin embargo, los valores de desviación estándar (“S”) de dureza total, alcalinidad total y dióxido de carbono si fueron afectados por la fertilización del agua en los estanques.

Tabla 12

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-1, con fertilización durante 90 días.

Parámetros	Valores físicos químicos						
	Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza total (ppm)	Alcalinidad total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	7.78	28.72	8.14	7.14	50.89	59.11	16.89
Desviación estándar ("S")	1.72	2.28	1.28	4.02	31.26	11.49	27.91
Máximo	11.00	32.00	10.00	14.00	80.00	80.00	80.00
Mínimo	5.00	26.00	7.00	1.60	0.00	40.00	0.00
Coefficiente de Variación (%)	22.06	7.94	15.77	56.27	61.43	19.44	165.27

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para la transparencia (22.06%), temperatura (7.94%), pH (15.77%) y alcalinidad total (19.44%) indican homogeneidad moderada.

Coefficiente de variabilidad (CV) para oxígeno disuelto (56.27%), dureza total (61.43%) y dióxido de carbono (165.27%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo la temperatura se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

García (2014) registró coeficiente de variabilidad (CV) para pH (1.67%), temperatura (1.38%) y oxígeno disuelto (28.57%) valores que indican gran homogeneidad y homogeneidad moderada.

Tratamiento T-2. La tabla 13, describe los valores físicos-químicos del agua correspondiente al T-2, donde se aprecia cifras menores de desviación estándar (“S”) para transparencia (2.92), temperatura (2.41); pH (0.84) y oxígeno disuelto (3.64). Mayores cifras de desviación estándar (“S”) para dureza total (29.10); alcalinidad total (28.43) y dióxido de carbono (40.60). Dichos resultados muestran que, valores desviación estándar (“S”) de transparencia, temperatura, pH y oxígeno no fueron afectados por la fertilización del agua en los estanques que fueron objetos de experimentación. Sin embargo, los valores de desviación estándar (“S”) para dureza total, alcalinidad total y dióxido de carbono si fueron afectados por la fertilización del agua en los estanques.

Tabla 13

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-2, con fertilización durante 90 días.

Parámetros	Valores físicos químicos						
	Transparencia	Temperatura	pH	Oxígeno disuelto	Dureza total	Alcalinidad total	Dióxido de carbono
	(cm)	(°C)		(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Promedio	9.33	28.78	8.26	5.93	70.44	91.11	25.33
Desviación estándar ("S")	2.92	2.41	0.84	3.64	29.10	28.43	40.60
Máximo	14.00	32.00	9.50	13.00	100.00	132.00	120.00
Mínimo	7.00	25.50	7.50	1.00	0.00	50.00	0.00
Coefficiente de Variación (%)	31.24	8.38	10.23	61.35	41.31	31.20	160.25

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para la temperatura (8.38%) y pH (10.23%) indican homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) para transparencia (31.24%), oxígeno disuelto (61.35%), dureza total (41.31%), alcalinidad total (31.20%) y dióxido de carbono (160.25%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo la temperatura se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

Tratamiento T-3. La tabla 14, describe los valores físicos-químicos del agua correspondiente a T-3, donde se aprecia cifras menores de desviación estándar (“S”) para temperatura (2.09); pH (0.25) y oxígeno disuelto (3.73). Mayores cifras de desviación estándar (“S”) para transparencia (6.51), dureza total (58.31); alcalinidad total (43.51) y dióxido de carbono (63.47). La desviación estándar (“S”) del tratamiento T-3 incluye a la transparencia como mayor cifra de desviación estándar (“S”), respecto a los tratamientos T-1 (1.72) y T-2 (2.92) (tabla 12 y 13). Concluyendo que el nivel de fertilización N-3 influye en la desviación en promedio de los valores de transparencia, dureza total, alcalinidad total y dióxido de carbono con mayores valores.

Tabla 14

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-3 con fertilización durante 90 días

Parámetros	Valores físicos químicos						
	Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza total (ppm)	Alcalinidad total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	9.89	28.50	7.67	5.78	90.22	146.89	76.00
Desviación estándar ("S")	6.51	2.09	0.25	3.73	58.31	43.51	63.47
Máximo	25.00	31.00	8.00	12.00	160.00	232.00	160.00
Mínimo	4.00	26.00	7.50	0.40	0.00	108.00	0.00
Coefficiente de Variación (%)	65.82	7.34	3.26	64.51	64.63	29.62	83.51

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para temperatura (7.34%) y pH (3.26%) indican gran homogeneidad. Coeficiente de variabilidad (CV) para transparencia presenta (65.82%); oxígeno disuelto (64.51%); dureza total (64.63%); alcalinidad total (29.62%) y dióxido de carbono (83.51%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango

de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) temperatura y pH se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

T-4 (control). La tabla 15, describe los valores físicos-químicos del agua correspondiente al T-4 (control), donde se aprecia cifras menores de desviación estándar (“S”) para transparencia (2.35), temperatura (2.57), pH (0.86) y oxígeno disuelto (1.85). Mayores cifras de desviación estándar (“S”) se registran para dureza total (20.50); alcalinidad total (18.21) y dióxido de carbono (22.14).

Tabla 15

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos del agua tratamiento T-4, sin fertilización durante 90 días.

Parámetros	Valores físicos químicos						
	Transparencia	Temperatura	pH	Oxígeno disuelto	Dureza total	Alcalinidad total	Dióxido de carbono
	(cm)	(°C)		(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Promedio	8.56	29.22	7.11	6.07	37.78	38.22	19.73
Desviación estándar (“S”)	2.35	2.75	0.86	1.85	20.50	18.21	22.14
Máximo	12.00	33.00	8.50	8.00	60.00	70.00	60.00
Mínimo	6.00	25.50	6.00	2.60	0.00	16.00	0.40
Coefficiente de Variación (%)	27.48	9.41	12.07	30.48	54.28	47.63	112.18

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para temperatura (9.41%) y pH (12.07%) indica homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) para transparencia (27.48%), oxígeno disuelto (30.48%), dureza total (54.28%), alcalinidad total (47.63%) y dióxido de carbono (112.18%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo la temperatura se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

4.1.2 Interrelación de resultados y nivel de significancia de los factores físicos y químicos del agua en los estanques.

Los valores de transparencia de debió a la presencia de materia en suspensión de elementos detríticos orgánicos y minerales producto de la fertilización del agua. Estos valores han favorecido cualitativa y cuantitativamente a que la luz pueda penetrar en el en el agua, actuando en favor de la actividad fotosintética para la

producción de fitoplancton y zooplancton en la formación de detrito en los estanques (tabla 16).

Un incremento de la temperatura de cultivo llega a producir un aumento del metabolismo, ocasionando que se produzca un incremento de la tasa de respiración y por ende del consumo de oxígeno. En aproximado, por cada 10 °C de incremento de temperatura, la tasa de respiración se llega a duplicar. Es importantísimo evitar que se produzca algún tipo de variación brusca (por encima de 5 °C) a fin de que se evite la generación de estrés en los peces, que pudiese llevar a una disminución de la tasa de ingestión (Sedano y Anguis, 2016).

Toda actividad fisiológica de los peces (movimientos, alimentación, excreción, digestión, respiración, etc.) se encuentra muy ligada a la temperatura del agua. A mayor admisión de la temperatura, la actividad de los peces suele ser mayor y, a consecuencia de ello, también se da un consumo mayor de oxígeno (de Olivera, 2010). Los valores de temperatura del agua entre los tratamientos difieren en 1 °C (tabla 16), no registrando variaciones bruscas durante la investigación.

El oxígeno viene a ser la variable que de forma más rápida suele oscilar en el sistema, en cuestión de horas puede llegar a pasar de un nivel óptimo a un nivel letal (< 2 mg/l). Todo pez necesita de oxígeno para que asimile el alimento; de esa forma, un nivel bajo de oxígeno (2-3 mg/l) estimula una menor tasa de conversión del alimento (Sedano y Anguis, 2016). Los valores de oxígeno disuelto que se registró en los tratamientos realizados, indican buena oxigenación en el agua de los estanques y estadísticamente no son significativos entre tratamientos (tabla 16).

El pH se relacionado de forma estrecha con la variable dióxido de carbono (CO₂) y la variable alcalinidad. Aproximadamente, todo pez llega a producir entre 400 y 700 g de CO₂, como resultado de la respiración, por kilogramo de pienso que ingiere. El CO₂ suele ser muy soluble en el agua, motivo por el cual, en todo sistema de recirculación de agua (SRA) su concentración tiende a aumentar. El CO₂ suele reaccionar con el agua (H₂O) llegando a formar ácido carbónico (H₂CO₃), el cual llegara a liberar protones H⁺ disminuyendo el pH. Si el cultivo fuese de algas, esta realizaría fotosíntesis durante el día, llegando a consumir el CO₂ del agua y, por ende, el equilibrio se llegaría a desplazar en dirección a la izquierda con una reducción del grado de concentración de H⁺ (incremento de pH). Resulta importantísimo que se

evite alguna variación de pH en el cultivo, el mismo que se puede lograr manteniendo los valores de alcalinidad. Los valores de pH indican buena calidad de agua (tabla 16), sugerido como adecuados para el cultivo de peces 7.5 a 8.5 (Kubitza, 2003).

Para cultivar organismos acuáticos, en relación a estos 2 parámetros (dureza y alcalinidad) se considera como mejor agua aquel que presenta valores muy similares. Si se llega a presentar valores diferentes, donde por ejemplo: la alcalinidad sea más alta que la dureza, el pH se puede llegar a incrementar a niveles muy elevados en tiempos de alta fotosíntesis (Rodríguez and Anzola 2001). La dureza total (tabla 16), corresponden a clasificación de agua ligeramente dura (FONDEPES, 2018).

La alcalinidad se expresa en cantidad de carbonatos en el agua y se suele estimar que, entre 50 - 100 mg/l de carbonato resulta suficiente para que se neutralice la acidez producida (Sedano y Anguis, 2016). El agua más alcalina suele amortiguar mejor la acidificación por la acumulación de CO₂ (Wurts y Durborow, 1992).

La alcalinidad total y dureza total en los tratamientos sobrepasan a 50 ppm, situación que ha mantenido pH de los tratamientos ligeramente alcalino (tabla 16). Indicativo de buen sistema tampón en el agua según (Kubitza, 2003) por presentar valores por encima de 30 mg CaCO₃/L.

En viveros utilizados para cultivo intensivo de peces raramente las concentraciones de gas carbónico pueden pasar valores de 10 ml/L. Concentraciones por encima de 25 mg/L pueden ser registradas en viveros de altas tazas de comida, con grande densidad de fitoplancton (Kubitza, 2003).

Los valores de CO₂ en el T-3 (76 ppm) superó ampliamente a lo manifestado por Kubitza (2003), y registrando significancia entre el T-3 y control T-4 (tabla 16).

Existe grado de significancia entre tratamientos respecto a los valores de pH, alcalinidad total y dióxido de carbono. Estos resultados indican el efecto de la fertilización del agua en los estanques (tabla 16).

Tabla 16

Objetivo 1: Resumen de valores físicos químicos del agua y nivel de significancia por tratamientos.

Variables	Unid. Medida	Tratamientos				Nivel de significancia
		T-1	T-2	T-3	T-4 (control)	
Transparencia	(cm)	7.78	9.33	9.89	8.56	n.s
Temperatura	(°C)	28.72	28.78	28.50	29.22	n.s
pH		8.14	8.26	7.67	7.11	Significativo T1 y T4; T2 y T4.
Oxígeno disuelto	(ppm)	7.14	5.93	5.78	6.07	n.s
Dureza Total	(ppm)	50.89	70.44	90.22	37.78	n.s
Alcalinidad Total	(ppm)	59.11	91.11	146.89	38.22	Significativo T2 y T4; T3 y T4.
Dióxido de carbono	(ppm)	16.89	25.33	76.00	19.73	Significativo T3 y T4.

4.2 Determinación de los factores físicos y químicos de detritos en los estanques (pH, nitrito, nitratos, amoniacó y CO₂).

pH. El valor más alto en promedio de pH se obtuvo el T-2 (7.78), seguidos por el T-3 (7.61), T-1 (7.50) y menor valor en el control T -4 (7.00). En el T-3 mantiene su ascenso respecto a los otros tratamientos (tabla 17 y figura 12). Los volares promedios registrados son buenos para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 17

Valores de pH de detrito por tratamientos por 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	7.67	7.50	7.33	7.50
T-2	7.83	7.83	7.67	7.78
T-3	7.33	7.67	7.83	7.61
T-4 (Control)	7.00	7.50	6.50	7.00

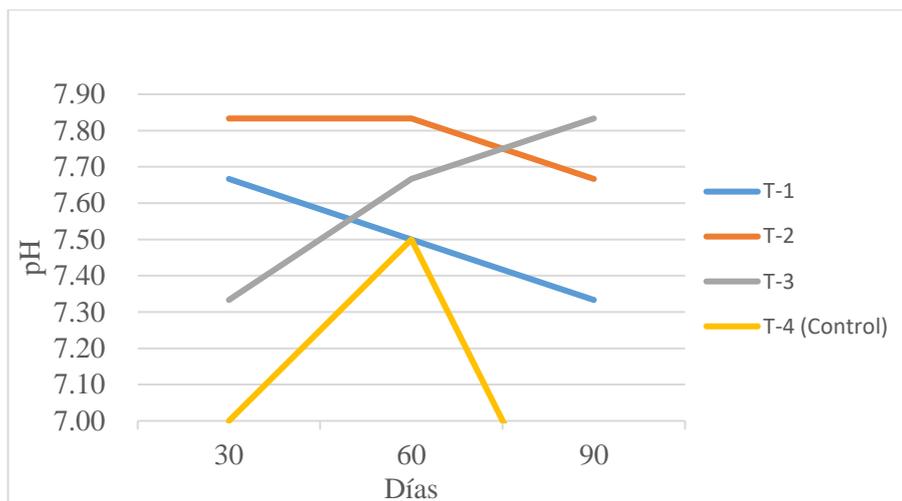


Figura 12. Valores de pH de detrito por tratamiento.

Los resultados logrados del análisis pH de detrito, si llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar una prueba de significación para el grupo de medias T de Dunnett. A través de dicha prueba, se realizó una comparación de las medias de pH de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de una diferencia significativa en los tratamientos T2 y T4; T3 y control T4. En el estudio composición nutricional del sedimento en estanques con Tilapia Roja, a pesar que se produjo un incremento del pH, no se evidenció una diferencia de gran significancia ($P > 0.05$) (Yossa, Vásquez y Hernández 2012).

Los valores registrados (tabla 17) corresponde a un pH neutro a ligeramente alcalino y se encuentran dentro del valores mínimo y máximo (6 a 9 escala de pH) para el cultivo de peces amazónicos según (FONDEPES, 2004; FONDEPES 2018; Pacic, 2010; Amacifen y Guevara, 2017). Estos valores de pH son parecidos a lo registrado por Balladares y Lezama (2015) 7.69; Saldaña (2015) entre 6.81 y 7.25 y Pacaya (2017) entre 6.75 y 7. Pero difiere con Vilca (2019) pH 6.77 ligeramente ácido, por el uso de alimento balanceado en su investigación. Siendo el pH en esta investigación favorable para la producción de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Nitrito (NO_2^-). Los valores más alto en promedio de nitrito (ppm) se obtuvieron en el T-1 (1.05 ppm) y T-2 (1.04 ppm), seguidos por el T-3 (0.26 ppm) y menor valor el control T-4 (0.06 ppm). Los valores han descendido a los 60 días por las lluvias (tabla 18 y figura 13).

Tabla 18

Valores de nitrito (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	1.05	0.88	1.21	1.05
T-2	1.15	0.99	0.99	1.04
T-3	0.33	-	0.44	0.26
T-4 (Control)	0.06	0.06	0.06	0.06

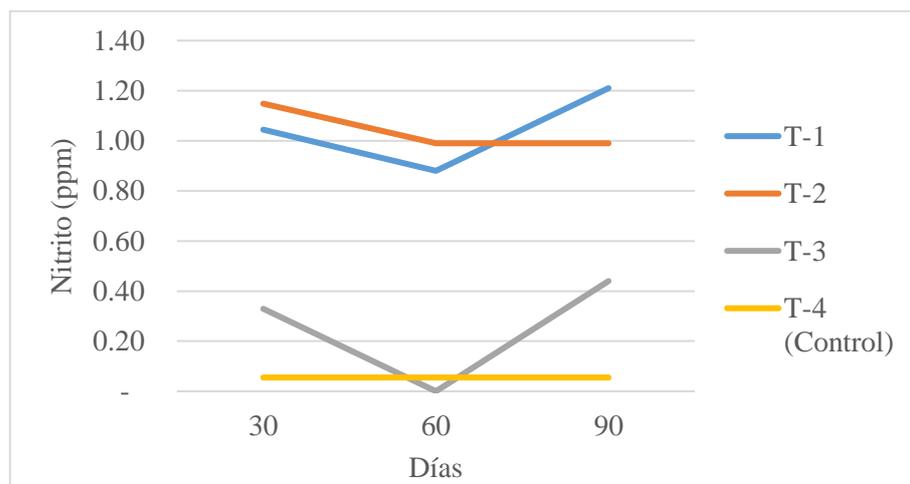


Figura 13. Valores de nitrito (ppm) de detrito por tratamientos.

El nitrito (NO_2^-) es metabolito intermediario de procesos de nitrificación, durante el cual el amonio se oxida a nitrato (NO_3^-) a través de acción bacteriana de género nitrosoma y nitrobacter. Condiciones de bajo oxígeno disuelto perjudican un desempeño de bacteria de género nitrobacter, beneficiando un acumulo de nitrito en el agua (Kubitza, 2003).

El nitrito es altamente tóxico para los peces. Esto se debe a que los nitritos en los peces oxidan la hemoglobina para formar metahemoglobina, que no resulta capaz de transportar oxígeno. Es preferible aguas que presentan una concentración de nitrito inferior a 2 ppm y nitrato inferior a 20 ppm. Los valores de nitrito para la Gamitana corresponden a 0.00 ppm óptimo, aceptable 0.006 ppm y mortalidad 0.08 ppm. (FONDEPES, 2018).

En relación a los resultados del análisis de nitrito (ppm) de detritos, no llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados (tabla 16).

Los valores de la investigación son superiores a lo citado por Pacaya (2017) nitrito 0.5 ppm para cultivo de Carachama. Gutiérrez (2011) nitrito 0.02 ppm para cultivo de

Pacotana y nitrito 1.00 ppm para cultivo de Tilapia citado por (Carbajal, 2014). Situación que se debió a la fertilización con componente nitrogenados (urea al 46% y NPK 20:20:20), que se han incorporado como nitrato (NO_3^-) y amonio ionizado (NH_4^+) en el agua de los estanques. Los valores registrados en la presente investigación son buenos para el rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Amoniac (NH_3). Los valores más alto en promedio de amoniac (ppm) se obtuvieron en el T-2 (2.27 ppm) y T-3 (1.94 ppm), seguidos por el T-1 (1.65 ppm) y menor valor en el control T-4 (0.83 ppm). Se observa un ascenso de valores en todos los tratamientos (tabla 19 y figura 14). Los valores registrados son regulares pero favorables para la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 19

Valores de amoniac (ppm) de detrimento por tratamientos por 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	0.54	2.00	2.40	1.65
T-2	2.00	2.40	2.40	2.27
T-3	1.62	2.40	1.80	1.94
T-4 (Control)	0.06	0.24	2.20	0.83

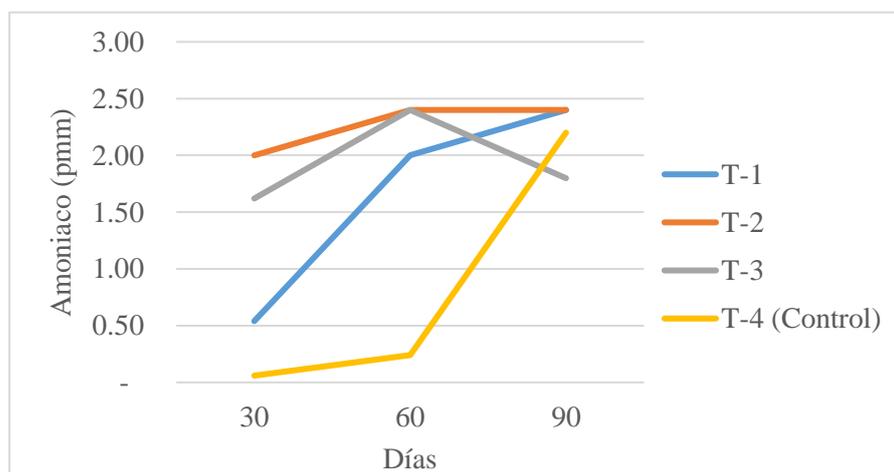


Figura 14. Valores de amoniac (ppm) de detrimento por tratamientos.

El nitrógeno de amonio en el agua se suele presentar a través de 2 formas: amonio no ionizado (NH_3) más conocido como amoniac y amonio ionizado (NH_4^+). El amonio no

ionizado resulta tóxico para todo pez, pero el ionizado resulta no tóxico excepto en concentraciones muy elevadas (FONDEPES, 2018).

Los resultados del análisis amoniacal (ppm) de detrito, si llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar la prueba de significación de Games-Howell. A través de dicha prueba se realizó una comparación de las medias de amoniacal de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas en los tratamientos T-1 y T-2, T-2 y T-1; T-2 y T-4; T-4 y T-1; T-4 y T-2 (tabla 16).

Los valores registrados de amoniacal de la investigación sobrepasan los valores de amoniacal 0.4 ppm y 0.67 ppm para el cultivo de Carachama según (Saldaña, 2015), amoniacal menor a 1 ppm para el cultivo de Tambaqui citado por (Reis *et al.*, 2020). Resultado debido a que se acumuló excretas, residuos orgánicos, CO₂ y sobras de alimento en el fondo del estanque, que han producido presencia de compuestos amoniacales. Para prevenir esta situación la concentración de O₂ en los estanques debe mantenerse superior a 4 ppm. Las carachamas en esta situación han sobrevivido por tener un sistema digestivo vascularizado (10 m de longitud de intestino) de lenta digestión. Por tanto, los valores de amoniacal han sido favorables para la investigación.

Amonio (NH₄⁺). Los valores más alto en promedio de amonio (ppm) se obtuvieron en el T-2 (2.46 ppm) y T-3 (2.10 ppm), seguidos por el T-1 (1.77 ppm) y menor valor en el control T-4 (0.90 ppm). También presentan ascensos en los valores (tabla 20 y figura 15). Los valores registrados son regulares y favorables para la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 20

Valores de amonio (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	0.55	2.17	2.60	1.77
T-2	2.17	2.60	2.60	2.46
T-3	1.76	2.60	1.95	2.10
T-4 (Control)	0.07	0.26	2.38	0.90

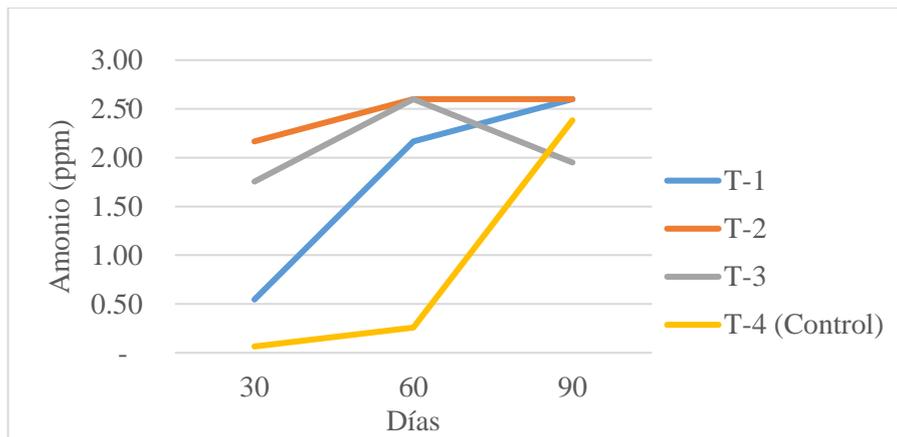


Figura 15. Valores de amonio (ppm) de detrito por tratamientos.

El ion amonio (NH_4^+) presenta mayor tamaño molecular por la presencia de un ion hidrógeno más que el ion amoniaco (NH_3), también por su carga en su molécula. Ese mayor tamaño y la presencia de carga fuese como si esta forma de amonio no consiga pasar las membranas celulares por simple difusión. Así, el ion NH_4^+ es poco tóxico en los peces. El NH_3 , en tanto, consigue difundir a través de la membrana celular de las branquias de los peces, siendo considerada la forma venenosa de amoniaco (Kubitza, 2003).

Los valores de amonio que la Gamitana suele tolerar llegan alcanzar un máximo de 1mg/L (FONDEPES, 2018), si se presenta el amonio en el agua en mayor cantidad llega a producir una barrera química en la respiración de los peces, llegando a dificultar el cambio gaseoso en las branquias, en consecuencia, los peces comienzan a morir aun habiendo oxígeno disuelto en el agua. La reducción de la mucosa cutánea de los peces representa otro de los problemas que suele ocasionar el amonio.

Los resultados del análisis amonio (ppm) de detrito, sí llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) en los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar una prueba de significación de Games-Howell. Por medio de dicha prueba, se realizó una comparación de las medias de amonio de los tratamientos realizados y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas en los tratamientos T1y T2; T1 y T4. T2 y T1; T2 y T4. T4 y T1; T4 y T2 (tabla 16).

Los valores registrados de amonio sobrepasan los valores de amonio citado por FONDEPES (2018) para el cultivo de Gamitana; amonio 0.4 ppm citado por Pacaya (2017) para el cultivo de Carachama. Amonio 0.12 ppm y 0.33 ppm citado por Carbajal

(2014) para el cultivo de Tilapia. Con estas comparaciones se ha demostrado la tolerancia de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la fase de engorde.

Dióxido de carbono CO₂. Los valores más alto en promedio de dióxido de carbono (ppm) se obtuvo en el T-3 (92.44 ppm), seguido por el tratamiento T-2 (46.67 ppm), y menores valores para el tratamiento T-1 (28.89 ppm) y control T-4 (29.33 ppm). Se observa elevado ascenso en T-3, por los días nublados antes de la toma de datos (tabla 21 y figura 16). La Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) es una especie tolerante a condiciones extremas de CO₂, siendo favorables para el rendimiento productivo.

Tabla 21

Valores de dióxido de carbono (ppm) de detrito por tratamientos por 90 días

Tratamientos	Días			Promedio
	30	60	90	
T-1	28.00	28.00	30.67	28.89
T-2	41.33	62.67	36.00	46.67
T-3	84.00	140.00	53.33	92.44
T-4 (Control)	32.00	25.33	30.67	29.33

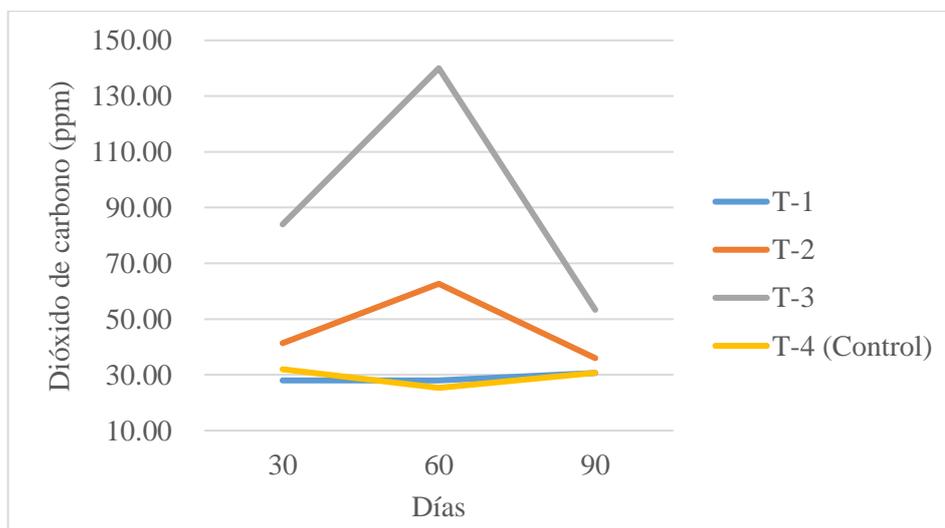


Figura 16. Valores de dióxido de carbono (ppm) de detrito por tratamientos.

El dióxido de carbono (CO₂), representa el producto más importante en la respiración de los animales y plantas, viene a ser un gas que se caracteriza por su alta solubilidad en el

agua. Su concentración depende de la fotosíntesis. En las noches el CO_2 se debe mantener por debajo de 20 ppm, ya que cuando llega a sobrepasar de dicho valor se suele presentar inapetencia y letargia en los peces (FONDEPES, 2018). A lo largo del cultivo, la respiración puede sobrepasar la actividad fotosintética (importante mecanismo de remoción de CO_2), llegando a aumentar de forma considerable la concentración de dióxido de carbono en el sistema, el cual puede pasar los valores de 25 mg/L (Kubitza, 2003).

Los resultados del análisis de dióxido de carbono (ppm) de detrito, sí llegaron a mostrar diferencias de gran significancia (ANOVA $P < 0,05$) entre los tratamientos realizados. Por dicho motivo, se procedió a realizar la prueba de significación de Games-Howell. Por medio de dicha prueba se comparó las medias de dióxido de carbono de los tratamientos y se llegó a determinar la existencia de diferencias significativas en los tratamientos T-3 y T-1 (tabla 16).

Los valores registrados de dióxido de carbono sobrepasan los valores citados por FONDEPES (2018) para el cultivo de Gamitana; dióxido de carbono 10.0 ppm a 14.0 ppm citado por Pacaya (2017) para el cultivo de Carachama. Resultado que se debió a los altos niveles de fertilización en los estanques, con grandes densidades de fitoplancton, por acción de la respiración produjo altas concentraciones de CO_2 .

4.2.1 Análisis estadísticamente descriptivo del detrito en los estanques.

Tratamiento T-1. En la tabla 22, se describe los valores físicos químicos de detritos del T-1, donde se aprecia cifras menores de desviación estándar (“S”) para pH (0.35). Mayores cifras de desviación estándar (“S”) para nitrito (1.21); amoníaco (0.91); amonio (1.01) y dióxido de carbono (8.43). El pH no fue afectado por el nivel N-1 de fertilización. Valores de nitrito, amoníaco, amonio, y dióxido de carbono si fueron afectados por el nivel N-1 de fertilización registrando valores mayores de desviación estándar (“S”).

Tabla 22

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-1, con fertilización durante 90 días.

Parámetros	Valores físicos químicos				
	pH	Nitrito (ppm)	Amoniaco (ppm)	Amonio (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	7.50	1.05	1.65	1.77	28.89
Desviación estándar ("S")	0.35	1.21	0.91	1.01	8.43
Máximo	8.00	2.64	2.40	2.60	44.00
Mínimo	7.00	-	0.12	0.01	20.00
Coefficiente de Variación (%)	4.71	116.03	55.41	57.23	29.19

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para pH presenta (4.71%) indica gran homogeneidad. Coeficiente de variabilidad (CV) para dióxido de carbono (29.19%) indica homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) para nitrito (116.03%), amoniaco (55.41%) y amonio (57.23%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo el pH se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

Tratamiento T-2.

En la tabla 23, se describe los valores físicos químicos de detritos del T-2, donde se aprecia cifra menor desviación estándar ("S") para pH (0.26). Mayores cifras de desviación estándar ("S") para nitrito (1.07), amoniaco (0.26), amonio (0.29) y dióxido de carbono (26.23) respecto a sus valores máximos y mínimos. El pH no fue afectado por el nivel N-2 de fertilización. Valores de nitrito, amoniaco, amonio, y dióxido de carbono si fueron afectados por el nivel N-2 de fertilización registrando valores mayores de desviación estándar ("S").

Tabla 23

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-2, con fertilización durante 90 días

Parámetros	Valores físicos químicos				
	pH	Nitrito (ppm)	Amoniaco (ppm)	Amonio (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	7.78	1.04	2.27	2.46	46.67
Desviación estándar ("S")	0.26	1.07	0.26	0.29	26.23
Máximo	8.00	2.64	2.40	2.60	108.00
Mínimo	7.50	-	1.80	1.95	20.00
Coefficiente de Variación (%)	3.39	102.63	11.67	11.67	56.21

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para pH presenta (3.39%) indica gran homogeneidad. Coeficiente de variabilidad (CV) para amoniac (11.67%) y amonio (11.67%) indican homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) para nitrito (102.63%) y dióxido de carbono (56.21%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de Coeficiente de variabilidad (CV) sólo el pH se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

Tratamiento T-3. En la tabla 24, se describe los valores físicos químicos de detritos del T-3, donde se aprecia cifra menor de desviación estándar ("S") para pH (0.49) y nitrito (0.40). Mayores cifras para amoniac (0.82), amonio (0.89) y dióxido de carbono (46.41) respecto a sus valores máximos y mínimos. Los valores de desviación estándar "S" del pH del tratamiento T-1, T-2 y T-3 presentan menor cifra. Concluyendo que el nivel de fertilización N-3 influye en la desviación en promedio de los valores de nitrito, amoniac, amonio y dióxido de carbono con mayores valores.

Tabla 24

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito tratamiento T-3, con fertilización durante 90 días

Parámetros	Valores físicos químicos				
	pH	Nitrito (ppm)	Amoniaco (ppm)	Amonio (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	7.61	0.26	1.94	2.10	92.44
Desviación estándar ("S")	0.49	0.40	0.82	0.89	46.41
Máximo	8.00	0.99	2.40	2.60	180.00
Mínimo	6.50	-	0.06	0.07	40.00
Coefficiente de Variación (%)	6.38	154.52	42.24	42.24	50.20

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para pH presenta (6.38%), amoniac (42.24%) y amonio (42.24%) indican homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) nitrito (154.52%) y dióxido de carbono (50.20%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo el pH se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

T-4 (control).

En la tabla 25, se describe los valores físicos químicos de detritos del T-4 (control), donde se aprecia cifras menores de desviación estándar ("S") para pH (0.66) y nitrito (0.08). Mayores cifras de desviación estándar ("S") para amoniac (1.05); amonio (1.14) y dióxido de carbono (7.75).

Tabla 25

Análisis estadístico descriptivo de los valores físicos químicos de detrito del control T-4, sin fertilización

Parámetros	Valores físicos químicos				
	pH	Nitrito (ppm)	Amoniacó (ppm)	Amonio (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
Promedio	7.00	0.06	0.83	0.90	29.33
Desviación estándar ("S")	0.66	0.08	1.05	1.14	7.75
Máximo	7.50	0.17	2.40	2.60	40.00
Mínimo	6.00	-	0.06	0.07	20.00
Coefficiente de Variación (%)	9.45	150.00	126.48	126.48	26.41

Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para pH presenta (9.45%) y dióxido de carbono (26.41%) indican homogeneidad moderada. Coeficiente de variabilidad (CV) para nitrito (150.00%), amoniacó (126.48%) y amonio (126.48%) indican heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012).

Dentro los valores de coeficiente de variabilidad (CV) sólo el pH se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

4.2.2 Interrelación de resultados y nivel de significancia de los factores físicos y químicos del detrito en el agua.

Los valores de pH de los tratamientos realizados se encuentran de pH neutro con tendencia a pH alcalino (tabla 26). Estos pH pertenecen a valores óptimo para la nitrificación (entre pH 7-8) y por debajo de pH 6 llega a inhibir la nitrificación (Sedano y Anguis, 2016).

El amoniacó viene a ser el principal desecho que se excreta y se puede encontrar en su forma desionizada NH_3 (muy tóxica) o en su forma ionizada NH_4^+ . A la suma de ambos se llama nitrógeno amoniacal total (TAN). El NH_4^+ se transforma a nitrito (NO_2^-) y de forma posterior a nitrato (NO_3^-), ello por las bacterias nitrificantes en el proceso de nitrificación. Por lo general, estas bacterias suelen alojarse en el fondo de los

estanques; por lo que, un adecuado dimensionamiento de los estanques facilitará el procesamiento de NH_4^+ que se produjo en el sistema y su transformación en NO_3^- que finalmente será eliminado cuando se renueve el agua. Se recomienda los niveles siguientes: Amoníaco ionizado $\text{NH}_4^+ < 5$ mg/l. Amoníaco desionizado $\text{NH}_3 < 0,05$ mg/l (muy tóxica). Nitrito $\text{NO}_2^- < 0,5$ mg/l. Nitrato $\text{NO}_3^- < 50$ mg/l (forma menos tóxica).

Los tratamientos T-1 y T-2 superan el valor de nitrito y los tratamientos T-3 y control T-4 están por debajo del valor de nitrito recomendado. Valores de amoníaco de todos los tratamientos se encuentran por debajo del valor de amoníaco recomendado por (Sedano y Anguis, 2016).

Una continua exposición de concentraciones sub letales de nitrito (0.3-0.5 mg/L) puede generar que disminuya el crecimiento y la resistencia de los peces a enfermedades. Los peces de agua dulce, en concentraciones de nitrito entre 0.7 y 200 mg/L pueden causar grandes mortalidades (Kubitza, 2003). La acumulación de residuos nitrogenados (nitrito, amoníaco y amonio) en el fondo del estanque de los tratamientos se debió principalmente a la descomposición bacteriana del plancton, restos de pienso y la excreción de los peces durante el proceso de la investigación. Las carachamas en la investigación han logrado soportar, particularmente por las altas concentraciones de CO_2 registrado en los estanques (tabla 26).

Las concentraciones de dióxido de carbono para todos los tratamientos son elevadas. El T-3 con mayor valor (92.44 ppm), seguido por T-2, (46.67 ppm), T-4 (29.33 ppm) y T-1 (28.89 ppm). (Tabla 31). El valor de CO_2 del T-3 se debió al nivel N-3 de nivel de concentración de fertilizantes para la formación de detritos. Entonces ¿cómo fue posible la sobrevivencia de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) a elevadas concentraciones de CO_2 ?

Explicación que se debió a la buena concentración de oxígeno disuelto en los estanques (tabla 26), que ha influido en el consumo de alimento, un crecimiento y conversión de alimento de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Por poseer un gran estómago vascularizado que llega a funcionar como pulmón, permitiéndoles respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia, ya que suelen presentar glóbulos sanguíneos de elevado tamaño y elevadas cantidades de ADN por célula, que en forma conjunta produjo un bajo índice metabólico y la capacidad de resistir a cambios en la

composición del fluido corporal haciendo posible tolerar las complejas presiones fisiológicas que se pueden presentar en momentos extremos de calidad de agua.

Existe grado de significancia entre tratamientos respecto a los valores de pH, amoniaco, amonio y dióxido de carbono. Estos resultados indican el efecto de la formación de detrimento en los estanques (tabla 26).

Tabla 26

Objetivo 2: Resumen de valores de parámetros físicos químicos de detrimento y nivel de significancia por tratamientos

Variables	Unid. Medida	Tratamientos				Nivel de significancia
		T-1	T-2	T-3	T-4 (control)	
pH		7.50	7.78	7.61	7.00	Significativo T2 y T4; T3 y T4.
Nitrito	(ppm)	1.05	1.04	0.26	0.06	n.s.
Amoniaco	(ppm)	1.65	2.27	1.94	0.83	Significativos T1 y T2; T2 y T1; T2 y T4; T4 y T1; T4 y T2.
Amonio	(ppm)	1.77	2.46	2.10	0.90	Significativos T1 y T2; T1 y T4. T2 y T1; T2 y T4. T4 y T1; T4 y T2.
Dióxido de carbono	(ppm)	28.89	46.67	92.44	29.33	Significativo T3 y T1.

4.3 Evaluación del rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en los estanques.

Longitud estándar – LS (cm). En la tabla 27 y figura 17, se puede apreciar aquellos resultados obtenidos respecto a la longitud estándar (LS), como producto final de la investigación que se llevó a cabo. Se aprecia que, el tratamiento T-2 fue el que obtuvo un crecimiento superior en longitud estándar (LS) ($18,11 \pm 3.87$ cm), le siguió el tratamiento T-3, T-1 y T-4 (control). El T-4 (control) fue el que presentó un menor valor de longitud estándar (LS) ($15,22 \pm 1,37$ cm). También refleja el efecto de los niveles de fertilización del agua de los estanques; donde T-2 y T-3 fueron los que alcanzaron mayor longitud estándar (LS). Además, el menor valor mínimo para longitud estándar (LS) fue registrado en el tratamiento T-4 (control) (12.40 cm) y el valor máximo se registró en el tratamiento T-2 (de 28,00 cm) (tabla 27).

Los coeficientes de variación (CV) para longitud estándar (LS) para los tratamientos T-1 (16.42%), T-2 (21.35%), T-3 (17.87%) y T-4 (control) (9.02%) indicaron una homogeneidad moderada de acuerdo al rango de coeficiente de variación (CV) citado por (Rustom, 2012). Sólo el control T-4 se encuentra menos del 10% que indica poca variabilidad, de acuerdo a lo citado por (Dicovski, (2008) (tabla 27).

Tabla 27

Longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (Pterygoplichthys sp.) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria

Parámetros estadísticos	Tratamientos				TOTAL
	T-1	T-2	T-3	T-4 (Control)	
Promedio	17.07	18.11	17.70	15.22	17.02
n	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00
Desviación estándar ("S")	2.80	3.87	3.16	1.37	2.80
Máximo	23.00	28.00	22.00	17.50	22.63
Mínimo	12.50	12.70	12.90	12.40	12.63
Coefficiente de Variación (%)	16.42	21.35	17.87	9.02	16.16

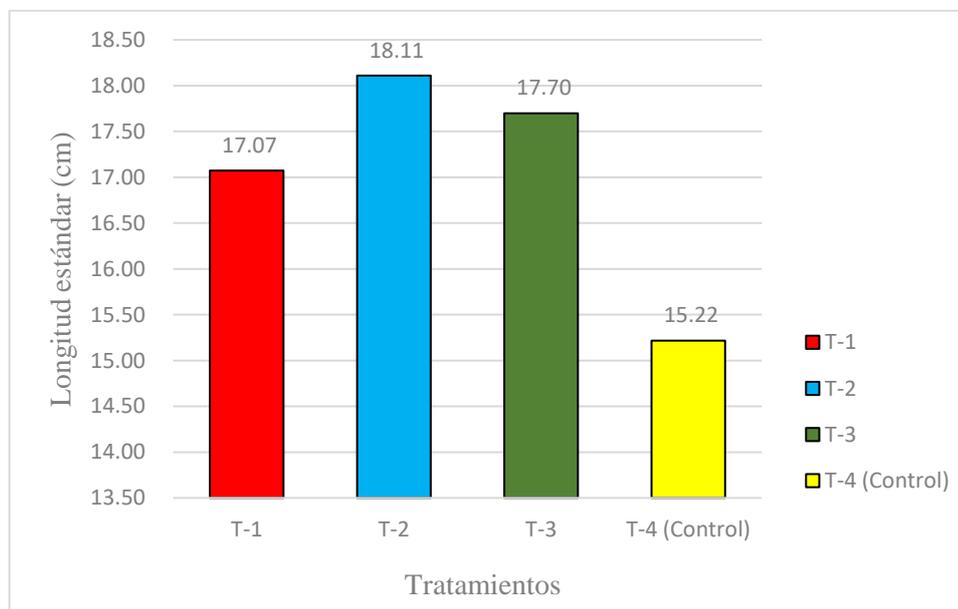


Figura 17. Longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

La figura 18, llega a reflejar la curva de crecimiento de longitud estándar (LS) respecto a la fertilización del agua de los estanques; donde T-2 y T-3 fueron los que alcanzaron un

crecimiento superior en longitud estándar (LS) y semejantes al finalizar los 90 días del estudio realizado. Por otra parte, el tratamiento T-1 y el tratamiento T-4 (control) fueron los que mostraron un crecimiento menor en longitud estándar (LS).

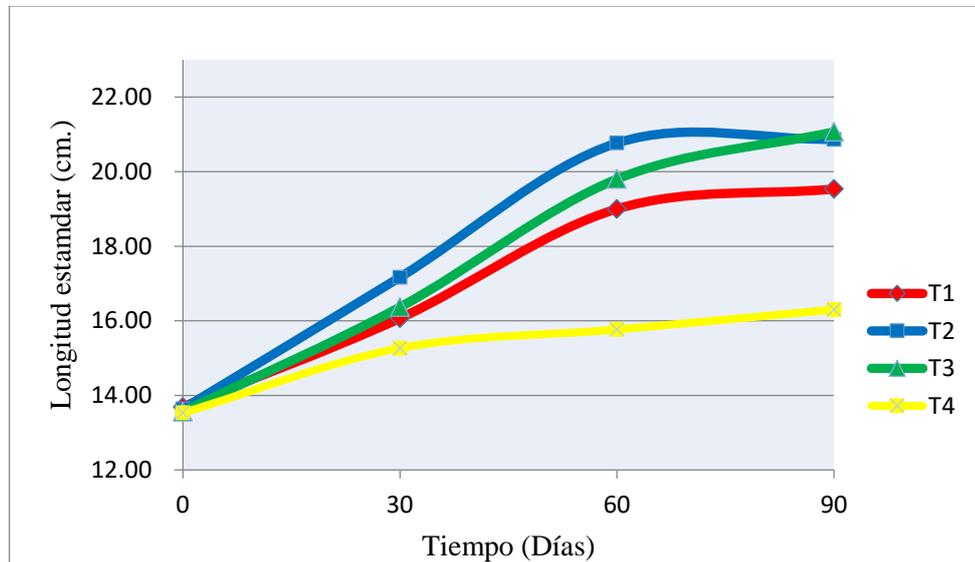


Figura 18. Curva de crecimiento en longitud estándar (cm) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

Los resultados de longitud estándar (LS) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) durante el tiempo de estudio llegaron a mostrar diferencias de gran significancia en los tratamientos realizados (ANOVA $P < 0,05$). Por dicho motivo, se procedió a realizar la prueba de significación para el grupo de medias (prueba de Games Howell). Por medio de dicha prueba, se hizo una comparación de las medias de longitud estándar (LS) de los tratamientos realizados y de esa forma se llegó a determinar que, el tratamiento T-3 estadísticamente resulta diferente al tratamiento control T-4 ($P < 0,05$); demostrándose de esa forma que, T-2 alcanzó un mayor valor promedio en longitud estándar (LS) respecto al control T-4 a un nivel de confianza del 95% (tabla 27).

Debemos mencionar que, no se ha realizado investigación alguna para probar niveles de fertilización del agua para producir detritos en estanques donde se cultiva Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Sin embargo, se discutió con investigaciones inherentes a la presente investigación. Estudio realizado por Balladares y Lezama, (2015) para la Carachama Negra (*Liposarcus sp.*), el tratamiento T-3 (7% B.) presentó mayor LSI ($18,58 \pm 0,71$ cm). En otra investigación para la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), registro mejor ganancia en longitud estándar obtenidos con alimento para cerdos de 1,58

cm respecto a los alimentos de aves y conejo (Vilca, 2019). El crecimiento del *P. brachypomus*, no fue afectado por la densidad de siembra, pero si la de *Oreochromis spp.*, aunque crecieron más en la densidad mayor: 228,65 mm para *P. brachypomus* y 230,81 mm para *Oreochromis spp.* (Acosta y Farfán, 2015). La longitud estándar para la presente investigación fue buena para los tratamientos con fertilización.

Ganancia en peso – GP (g). La tabla 28 y figura 19, muestra los resultados que se obtuvo respecto a ganancia en peso (GP) al finalizar los 90 días que duro el estudio realizado; donde se puede evidencia que, el tratamiento T-3 fue el que logró un crecimiento mayor en ganancia en peso (GP) (130.97 ± 60.16 g), seguido del tratamiento T-2 (130.38 g), T-1 (113.25 g) y T-4 (control), siendo este último el que presentó un menor valor de ganancia en peso (GP) (74.90 ± 17.08 g). La figura 19, refleja la curva de crecimiento para ganancia en peso (GP) respecto a los niveles fertilización del agua de los estanques; donde T-2 y T-3 fueron los que obtuvieron la mayor ganancia de peso (GP).

El coeficiente de variabilidad (CV) para ganancia en peso (GP) indicó una homogeneidad moderada para los tratamientos T-1 (43.44%), T-3 (45.93%) y control T-4 (22.81%). Coeficiente de variabilidad (CV) para el tratamiento T-2 (52.69%) indicó heterogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012). Ninguno de los tratamientos se encuentra menos del 10%, por lo tanto, indica que todos los tratamientos presentaron variabilidad de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008) (tabla 28).

Tabla 28

Ganancia de peso (g) de la Carachama Negra (Pterygoplichthys sp.) por tratamientos, con fertilización del agua durante 90 días y alimentación complementaria.

Parámetros estadísticos	Tratamientos				TOTAL
	T-1	T-2	T-3	T-4 (Control)	
Promedio	113.25	130.38	130.97	74.90	112.38
n	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00
Desviación estándar ("S")	49.20	68.70	60.16	17.08	48.78
Máximo	219.00	296.00	246.00	117.00	219.50
Mínimo	45.00	45.00	47.00	45.00	45.50
Coefficiente de Variación (%)	43.44	52.69	45.93	22.81	41.22

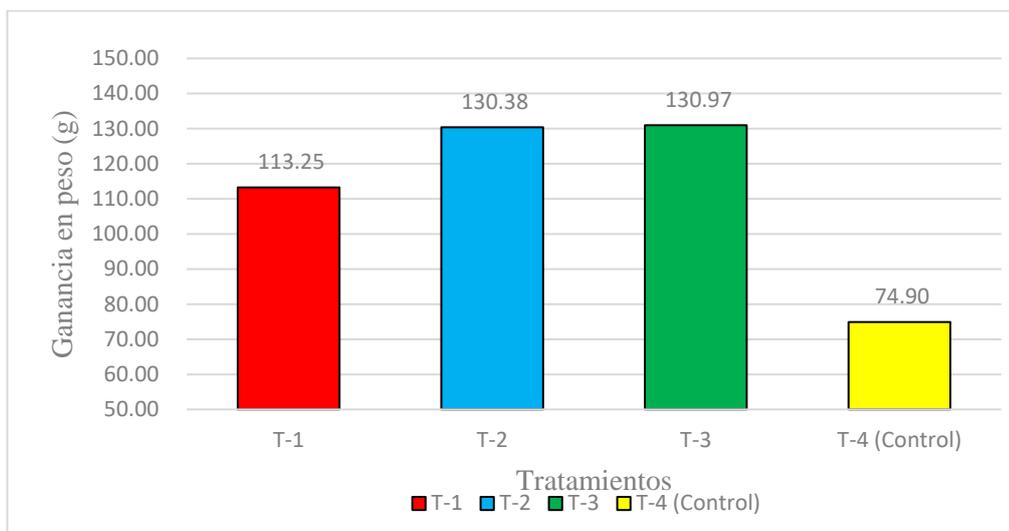


Figura 19. Ganancia de peso (g) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

La figura 20, llega a reflejar la curva de crecimiento para ganancia en peso (GP) respecto a la fertilización del agua de los estanques; donde T-2 y T-3 fueron los que obtuvieron la mayor ganancia en peso (GP) y semejantes al finalizar los 90 días del estudio realizado. Por otra parte, el tratamiento T-1 y el tratamiento T-4 (control) fueron los que mostraron una menor ganancia en peso (GP).

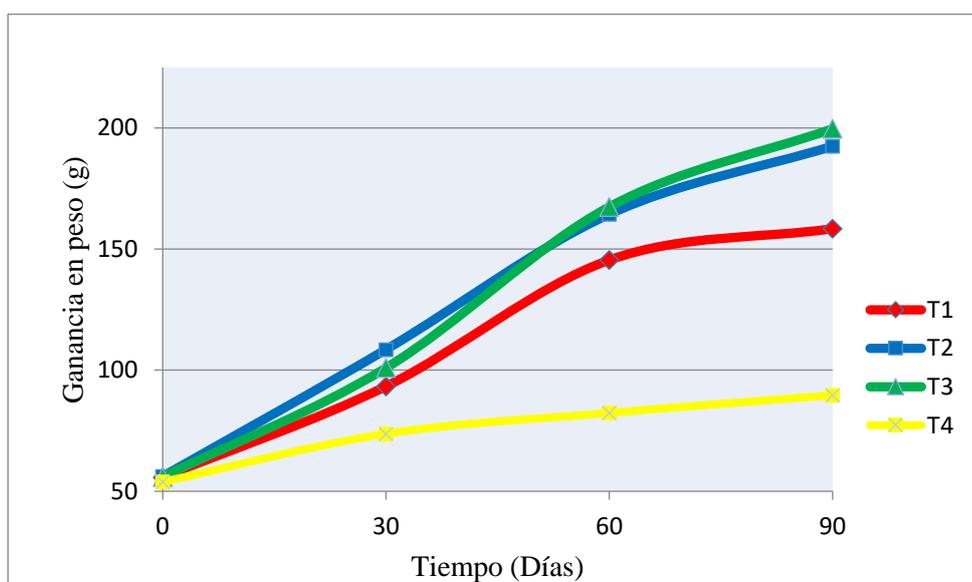


Figura 20. Curva de crecimiento ganancia en peso (g) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

Los resultados de ganancia en peso (GP) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) durante el tiempo de estudio llegaron a mostrar diferencias de gran significancia en los tratamientos realizados (ANOVA $P < 0,05$). Por dicho motivo, se procedió a realizar la prueba de significación para el grupo de medias (prueba de Games Howell). Por medio de dicha prueba se realizó una comparación de las medias de ganancia en peso (GP) de los tratamientos y de esa forma se llegó a determinar que, el tratamiento T-3 estadísticamente resulta diferente al tratamiento T4 ($P < 0,05$); demostrándose de esa forma que, el tratamiento T-3 alcanzó un mayor valor promedio en ganancia de peso a diferencia del tratamiento T-1, T-2 y T4 (control) con un 95% de nivel de confianza (tabla 28).

Los resultados de la presente investigación superan a lo citado por Balladares y Lezama (2015) GPI mayor (T-3) con $112,66 \pm 26,37$ g.; Vilca, (2019) con 39,40 g con alimento balanceado conejo y Vargas, (2012) T-1, (fertilizante gallinaza) con GP de 34,36 g. Comparados con el pez Pacotana a densidad de 1 pez/m² de espejo de agua mostró mejores resultados en la ganancia de peso 278.54 g (Aldava, 2017). Estos resultados se debieron por la formación de detrito en los estanques de cultivo. Por tanto, los resultados de esta investigación fueron muy buenos para el rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*)

Índice de crecimiento en peso - ICP (g/día). Al índice de crecimiento en peso (ICP) también se le conoce como ganancia de peso diario. La tabla 29 y figura 21, se puede observar los resultados del índice de ganancia en peso (ICP) que se obtuvieron al finalizar los 90 días del estudio, donde de todos los tratamientos realizados, el tratamiento T-3 fue quien obtuvo un mejor índice de crecimiento en peso (ICP) (1.60 ± 0.70 g/día), le siguió el tratamiento T-2 (1.51 g/día) y T-1 (1.14 g/día). El tratamiento T-4 (control), fue quien obtuvo el menor valor de índice de crecimiento (ICP) en peso con 0.39 ± 0.27 g/día.

El coeficiente de variabilidad (CV) para el índice de crecimiento en peso (ICP) indicó una homogeneidad moderada para el tratamiento T-3 (43.76%). heterogeneidad para los tratamientos T-1 (65.32%), T-2 (55.45%) y control T-4 (70.47%) de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) (Rustom, 2012). Ninguno de los tratamientos se encuentra menos del 10%, por lo tanto, indica variabilidad para todos los tratamientos de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008).

Tabla 29

Índice de crecimiento en peso (g/día) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.

Parámetros estadísticos	Tratamientos				TOTAL
	T-1	T-2	T-3	T-4 (Control)	
Promedio	1.14	1.51	1.60	0.39	1.16
n	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00
Desviación estándar ("S")	0.74	0.84	0.70	0.27	0.64
Máximo	2.53	2.93	2.85	0.82	2.28
Mínimo	0.19	0.41	0.71	0.05	0.34
Coefficiente de Variación (%)	65.32	55.45	43.76	70.47	58.75

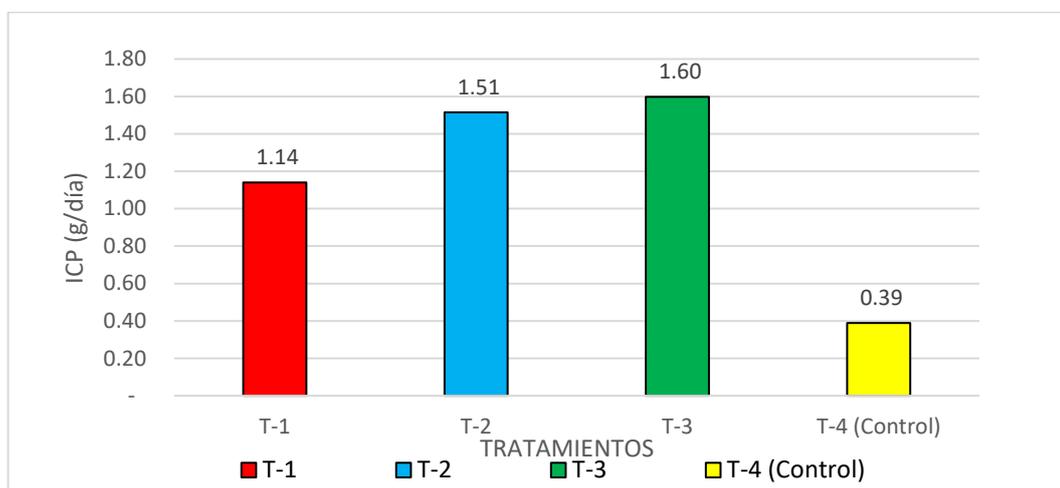


Figura 21. Índice de crecimiento en peso (g/día) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

Los resultados de índice de crecimiento en peso (ICP) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) durante el tiempo del estudio llegaron a mostrar diferencias de gran significancia en los tratamientos realizados (ANOVA $P < 0,05$). Por dicho motivo se procedió a realizar una prueba de significación para el grupo de medias (prueba de Games Howell). Por medio de dicha prueba, se hizo una comparación de las medias de índice de crecimiento en peso (ICP) de los tratamientos realizados y se llegó a determinar que el tratamiento T-3 estadísticamente resulta diferente al tratamiento T4 (control) ($P < 0,05$), demostrándose de esa forma que, el tratamiento T-3 alcanzó un índice de crecimiento en

peso (ICP) mayor respecto al tratamiento T-1, T-2 y T-4 (control) con un 95% de nivel de confianza (tabla 29).

El índice de crecimiento en peso (ICP) del T-3 (1.60 g/día) de la presente investigación superan ampliamente a lo cita por Vilca (2019) de 0.44g/día y menor a lo reportado por Balladares y Lezama (2015 (1.88g/día) por factor densidad. Velocidad de crecimiento (2.06 g/día) para Pacotana citado por (Aldava, 2017); velocidad de crecimiento en peso (1.68 g/día) para Tilapia citado por (Núñez, 2017); crecimiento absoluto en peso de 1,08 g/día para Tilapia citado por (Porteros, 2019) superan moderadamente. Los resultados de esta investigación fueron muy buenos para el rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Índice de conversión de alimento - ICA. Viene a representar el grado de asimilación efectiva de los alimentos. Según Martínez (1987), el índice de conversión de alimento (ICA) suele expresar la cantidad de alimento que se emplea por unidad de pez obtenido.

En la tabla 30 y figura 22, se puede apreciar los resultados obtenidos respecto al índice de conversión de alimento (ICA), ello como producto final de la investigación que se llevó a cabo. Se aprecia que, el tratamiento T-3 fue el que obtuvo un mejor índice de conversión de alimento (ICA) con 2.02 ± 1.48 , seguido del tratamiento T-2 con 2.25 ± 1.40 y T-1 con 3.44 ± 3.19 . El control T-4, es el que presenta mayor índice de conversión de alimento (ICA) con 7.85 ± 9.72 .

El coeficiente de variabilidad (CV) para el índice de conversión de alimento (ICA) indica una heterogeneidad para todos los tratamientos T-1 (92.74%), T-2 (61.92%), T-3 (73.01%) y control T-4 (123.82%) de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) (Rustom, 2012). Ninguno de los tratamientos se encuentra menos del 10%, por lo tanto, indica variabilidad para todos los tratamientos de acuerdo a lo citado por (Dicovski, 2008) (tabla 30).

Tabla 30

Índice de conversión de alimento de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.

Parámetros estadísticos	Tratamientos				TOTAL
	T-1	T-2	T-3	T-4 (Control)	
Promedio	3.44	2.25	2.02	7.85	3.89
n	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00
Desviación estándar ("S")	3.19	1.40	1.48	9.72	3.94
Máximo	11.29	4.61	4.59	33.00	13.37
Mínimo	0.96	0.72	0.76	1.71	1.04
Coefficiente de Variación (%)	92.74	61.92	73.01	123.82	87.87

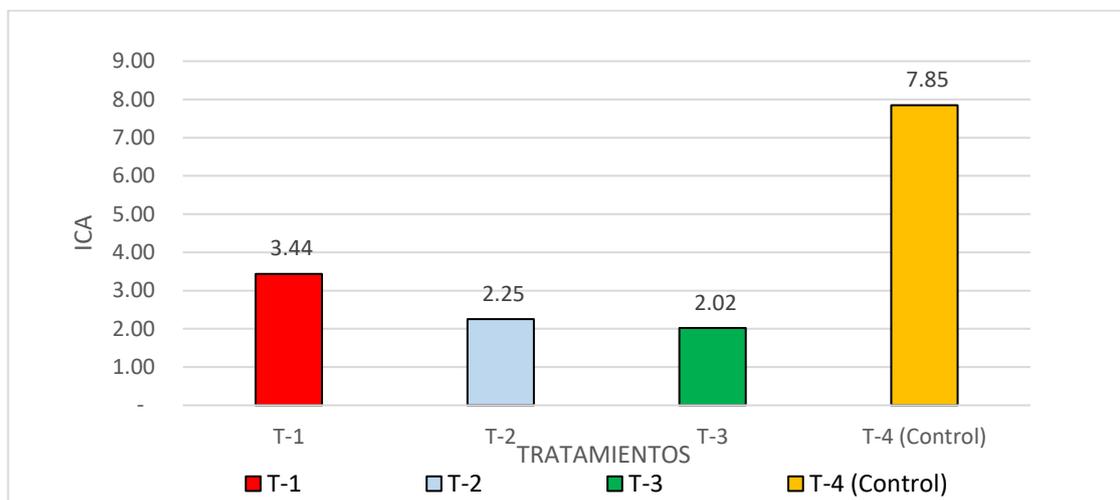


Figura 22. Índice de conversión de alimento de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

Los resultados de índice de conversión de alimento (ICA) de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) durante el tiempo de estudio llegaron a mostrar diferencias de gran significancia en los tratamientos realizados (ANOVA $P < 0,05$). Por dicho motivo, se procedió a realizar la prueba de significación para el grupo de medias (prueba T de Dunnett bilateral). Por medio de dicha prueba, se hizo una comparación de las medias de índices de conversión de alimento (ICA) de los tratamientos realizados y de esa forma se llegó a determinar que existe una diferencia significativa en los tratamientos T-2 y control T-4; T-3 y control T-4, demostrando así que, el tratamiento T-2 y T-3 obtuvieron mejor índice de conversión de alimento que el tratamiento T-1 y T-4 (control) con un 95% de nivel de confianza del 95% (tabla 30).

Los resultados de índice de conversión de alimento (ICA) de la presente investigación fueron excelentes (ICA 2.02) respecto a los citados por Vilca, (2019) que obtuvo ICA de 6.81: 1 con alimento de cerdo y por Balladares y Lezama, (2015) ICA entre 1.63 a 4.58 en sus tratamientos. Los factores de conversión alimenticia 1,22 para Pacotana Vs. Tilapia citado por (Acosta y Farfán, 2015). Factor de conversión alimenticia (1.21) para Pacotana citado por (Aldava, 2017). Conversión alimenticia aparente (1.33) para Tilapia citado por (Nuñez, 2017). FCA de 1,62 a 2,40 para Paco citado por (Valencia, 2016) fueron menores porque estas especies de régimen alimenticio omnívoros. Obteniendo una buena conversión de alimento para la presente investigación por ser un pez estrictamente detritívoro. Situación que se debió al consumo de detrito como alimento, producto de la fertilización.

Supervivencia – SP. En la tabla 31 y figura 23 se reportó 2 peces muertos en el T-2 con una supervivencia de 99.78%, mortalidad fue causada por depredación de garza. Los tratamientos T-1, T-3 y control T-4 (control) no registraron mortalidad y por consiguiente una mortalidad nula.

Los coeficientes de variabilidad para todos los tratamientos indica gran homogeneidad de acuerdo al rango de coeficiente de variabilidad (CV) citado por (Rustom, 2012).

Tabla 31

Porcentaje de supervivencia de la Carachama Negra (Pterygoplichthys sp.) por tratamientos, con fertilización de agua durante 90 días y alimentación complementaria.

Parámetros estadísticos	Tratamientos				TOTAL
	T-1	T-2	T-3	T-4 (Control)	
Promedio	100.00	99.78	100.00	100.00	99.94
n	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00
Desviación estándar ("S")	-	0.67	-	-	0.17
Máximo	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mínimo	100.00	98.00	100.00	100.00	99.50
Coefficiente de Variación (%)	-	0.67	-	-	0.17

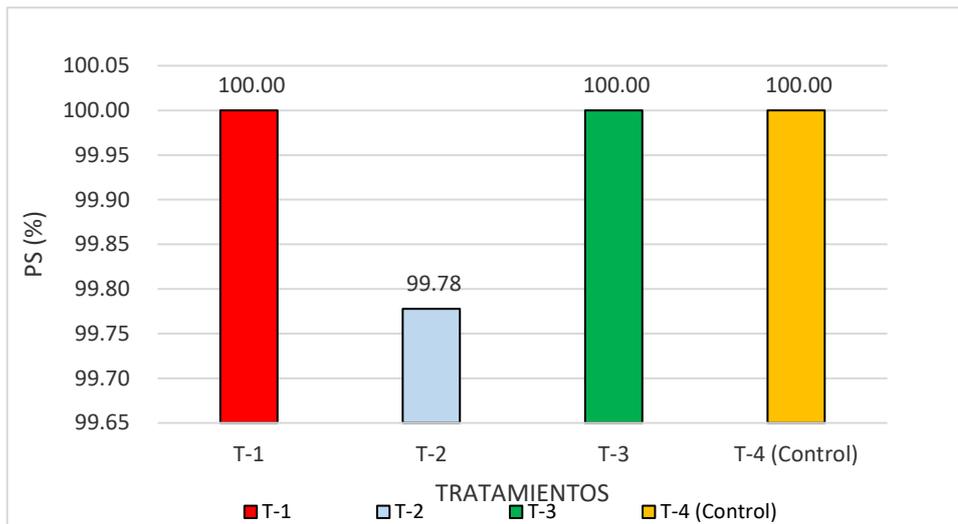


Figura 23. Porcentaje de supervivencia de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) por tratamientos.

Se obtuvo resultados excelentes durante la investigación, respecto a lo citados por Nuñez (2017), con supervivencia 100%; Vilca (2019) mortandad de 10,8 %. Y similares resultados con Balladares y Lezama (2015) 100% de supervivencia y Gutiérrez (2011) 100% de supervivencia para el cultivo de Pacotana.

4.3.1 Interrelación de resultados y nivel de significancia del rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en los estanques.

Los resultados llegan a mostrar que, el Nivel -3 de fertilización del agua de estanques obtuvo mejor formación de detrito con un valor generado por fertilización (VGF) de 5.83 Kg. como alimento detrito para el crecimiento de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*). Seguido por Nivel -2 con un valor generado por fertilización (VGF) 5.60 Kg y Nivel - 1 con un valor generado por fertilización (VGF) 4.41 Kg. Respecto al Nivel - 0 (control), que obtuvo un valor generado por fertilización (VGF) de 0.0 (tabla 32).

Los resultados que se obtuvo de los indicadores de crecimiento del tratamiento T-1, T-2 y T-3, resultaron bastante favorables y mejores que lo obtenido en el tratamiento T-4 (control). Donde T-3 fue mejor con una longitud estándar (LS) de 17.07 ± 3.16 , ganancia en peso (GP) de 130.97 ± 60.16 g, índice de crecimiento en peso (ICP) de $1.60 \pm 0,70$ g/día e índice de conversión de alimento (ICA) de $2,02 \pm 1.48$. Seguido por T-2 con longitud estándar (LS) de 18.11 ± 3.87 , ganancia en peso (GP) de 130.38 ± 68.70 g, índice de crecimiento en peso (ICP) de $1.51 \pm 0,84$ g/día e índice de

conversión de alimento (ICA) de $2,25 \pm 1.40$. T-1 con longitud estándar (LS) de 17.07 ± 2.80 , ganancia en peso (GP) de 113.25 ± 49.20 g, índice de crecimiento en peso (ICP) de $1.14 \pm 0,74$ g/día e índice de conversión de alimento (ICA) de 3.44 ± 3.19 . Y menor crecimiento en el control T-4 con longitud estándar (LS) de 15.22 ± 1.37 , ganancia en peso (GP) de 74.90 ± 17.08 g, índice de crecimiento en peso (ICP) de $0.39 \pm 0,27$ g/día y un índice de conversión de alimento (ICA) de 7.85 ± 9.72 (Tabla 32). Se demostró que la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en cultivo, su crecimiento depende de la formación de detrito en los estanques por medio de fertilización, y constituye una alternativa viable para la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en la fase engorde; alcanzando un porcentaje de sobrevivencia (PS) promedio total de 99.94% (tabla 32).

Los indicadores de crecimiento, longitud estándar (LS), ganancia en peso (GP), índice de crecimiento en peso (ICP) e índice conversión de alimento (ICA) fueron significativos entre los tratamientos. Estos resultados indican que el nivel de fertilización (N-3), generó mayor formación de detrito y en consecuencia mejor rendimiento productivo de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) en los estanques. Pero no fue significativo para el indicar porcentaje de supervivencia (PS) entre los tratamientos (tabla 32).

Tabla 32

Objetivo 03: Resumen de indicadores de crecimiento y nivel de significancia.

Indicadores de crecimiento	Unidad de medida	Tratamientos				Nivel de significancia
		T-1	T-2	T-3	T-4 (control)	
Ganancia de longitud estándar	LS (cm)	17.07	18.11	17.70	15.22	T3 diferente a T4
Ganancia de peso	GP (g)	113.25	130.38	130.97	74.90	T3 diferente a T4
Índice de crecimiento en peso	ICP (g/día)	1.14	1.51	1.60	0.39	T3 diferente a T4
Índice conversión de alimento	ICA	3.44	2.25	2.02	7.85	Diferencias significativas entre T2 y T4; T3 y T4
Porcentaje de supervivencia	PS (%)	100.00	99.78	100.00	100.00	n.s.

CONCLUSIONES

- Los diferentes niveles de fertilización, presentaron buenas características físicas y químicas del agua en los estanques, donde el T-3, obtuvo mejor valor de transparencia de 9.89 cm, temperatura del agua 28.5 °C, pH 7.67, oxígeno disuelto 5.78 ppm, dureza total 90.22 ppm, alcalinidad total 146.89 ppm y CO₂ 76.00 ppm.
- Los diferentes niveles de fertilización, presentaron buenas características físicas y químicas de detrito en los estanques, donde el Nivel -3 de fertilización del agua de los estanques obtuvo mejor efecto en la formación de detrito, con un Valor Generado por Fertilización (VGF) de 5.83 Kg. como alimento detrito para el crecimiento de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).
- El rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*), fue mejor en los estanques fertilizados, mostrando que el T-3 obtuvo mejores indicadores productivos (ICP de 1.60 g/día e ICA de 2.02). Quedando demostrado la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) depende de la formación de detrito en los estanques como alimento por medio de fertilización, alcanzando un porcentaje de sobrevivencia (PS) promedio total de 99.94% %, evidenciando de esa forma un alto nivel de adaptación de la especie a la metodología de la investigación.



RECOMENDACIONES

- Investigar el grado de eutrofización del agua en los estanques (fitoplancton, zooplancton, neuston y ventos), en la formación de detrito en los estanques.
- Valorar la respuesta económica de alimento detrito como efecto de la fertilización de los estanques en la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).
- Estudiar mayores niveles de fertilización de los estanques en la producción de Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Daphne, and Elmer Farfán. 2015. "Policultivo En Dos Densidades de Siembra de *Piaractus Brachipomus* 'PACO' y *Oreochromis* Spp. (O. Nilótica Var. Stirling x O. Aureus) 'TILAPIA HÍBRIDA' En Estanques Seminaturales ." Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/834>.
- Aguilar, Luciana. 2020. "Identificación y Caracterización Taxonómica de Especímenes Loricariidos de La Cuenca Del Rio Utcubamba." Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
[https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2196/Aguilar Villanueva Luciana Del Rosario.pdf](https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2196/Aguilar_Villanueva_Luciana_Del_Rosario.pdf).
- Aldava, Juffner. 2017. "Evaluación de La Densidad Del Cultivo de Híbrido (*Piaractus Brachypomus* ♀ x *Colossoma Macropomum* ♂) 'Pacotana' En Sistema Semiintensivo En Selva Alta." Universidad Nacional Agraria de la Selva.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1113/TS_APJ_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Amacifen, Max, and Rosa Guevara. 2017. "Ncidencia de La Crianza de 'Tilapia' *Oreochromis Niloticus* En La Calidad Del Agua y Su Impacto Ambiental, En El Distrito de Moyobamba - 2015." Universidad Nacional de San Martin.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2551>.
- Arboleda, Duván. 2006. "Limnología Aplicada a La Acuicultura - Limnology Applied to the Aquaculture)." *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 7 (11).
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63612653022.pdf>.
- Armbruster, Jonathan W. 1998. "Review of the Loricariid Catfish Genus *Aphanotorulus* and Redescription of *A. Unicolor* (Teleostei: Siluriformes)." *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 8 (3): 253–62.
<http://webhome.auburn.edu/~armbrjw/Aphanotorulus2.pdf>.
- Aucapiña, César. 2017. "Inventario Ictiológico Del Río Ruidoso ('Recinto El Mango'- Provincia Del Guayas)." Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29724>.



- Balladares, David, and Lesiel Lezama. 2015. "Evaluación Del Efecto de Suministro de Alimento Balanceado Sobre El Desarrollo de La Carachama(Liposarcus Sp.) En Estado Juvenil Criados En Sistema de Estanque." *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/242>.
- Barthem, Ronaldo, and Michael Goulding. 2007. *Un Ecosistema Inesperado. La Amazonía Revelada Por La Pesca*. Lima, Perú: Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica - ACCA. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE2008107313>.
- Bazo, D. 2009. "Manual de Parámetros de Cultivo y Características Del Agua." Iquitos, Perú.
- Bazo, D, and M Armas. 2008. "Manejo Técnico Productivo de Peces Tropicales En La Provincia de Chanchamayo." Junín, Perú. <https://www.yumpu.com/es/document/read/32348235/modulo-4cdr>.
- Cano, Scarlet. 2003. "Fitoplancton y Coliformes Como Indicadores de La Calidad de Agua." Guatemala.
- Carbajal, Juan. 2014. "Comparación de Parámetros Zootécnicos y de Calidad de Agua de Tres Sistemas de Precría de Tilapia Roja (Oreochromis Spp.) En El Municipio de Puerto Triunfo." http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1511/1/Parametros_zootecnicos_calidad_agua_sistemas_precria_tilapia_roja.pdf.
- Corcuera, Christopher. 2015. "Evaluación de La Temperatura Letal Máxima Para Hypostomus y Pterygoplichthys Pardalis En El Centro DE Investigaciones Miguel Castañeda Ruiz IIAP - San Martin, Perú 2015." Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas. [https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/661/EVALUACION DE LA TEMPERATURA LETAL MÁXIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/661/EVALUACION_DE_LA_TEMPERATURA_LETAL_MÁXIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Crespi, Valerio, and André Coche. 2008. "Glosario de Acuicultura." Roma.
- Dicovski, Luis. 2008. "Estadística Básica." Nicaragua.

- Fenerich, Paulo César, Fausto Foresti, and Claudio Oliveira. 2004. "Nuclear DNA Content in 20 Species of Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi) from the Neotropical Region." *Genetics and Molecular Biology* 27 (3): 350–54. www.sbg.org.br.
- FAO, FIDA, PMA, and UNICEF. 2019. *El Estado de La Seguridad Alimentaria y La Nutrición En El Mundo 2019. Protegerse Frente a La Desaceleración y El Debilitamiento de La Economía*. Roma: FAO. <https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>.
- Flores, Zhandra, Félix Ordaz, and Ángel Ramírez. 2008. "Elementos de Muestreo." Venezuela. <https://cienciassociales.webcindario.com/PDF/TecMuestreo.pdf>.
- FONDEPES. 2004. "Manual de Cultivo de Tilapia." Lima, Perú. https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf.
- FONDEPES. 2018. "Manual de Cultivo de Gamitama." Lima, Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2499354/Manual-de-Cultivo-de-Gamitana.pdf>.
- Franco, Hernán, and Marlon Peláez. 2007. *Cría y Producción de Pirarucú En Cautiverio*. 1st ed. Florencia, Colombia: Universidad de la Amazonía. [https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/ViceRectoria de Investigaciones y Posgrados/Publicaciones/Libros/Manual pirarucu.pdf](https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/ViceRectoria%20de%20Investigaciones%20y%20Posgrados/Publicaciones/Libros/Manual%20pirarucu.pdf).
- García, Josué. 2014. "Caracterización de Los Efluentes En Los Estanques de Piscicultura Del IIAP - Huánuco." Tingo Maria, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Gestring, Kelly, Paul Shafland, and Murray Stanford. 2010. "The Tatus of Loricariid Catfishes in Florida with Emphasis on Orinoco Sailfin (*Pterygoplichthys Multiradiatus*)." *Florida Scientist* 73 (2): 122–37.
- Gonzalez, Victor, and Fernando Pomares. 2008. "La Fertilización y El Balance de Nutrientes En Sistemas Agroecológicos." Valencia, España.
- Goulding, Michael, Ronaldo Barthem, Carlos Cañas, Max Hidalgo, and Hernán Ortega. 2010. *La Cuenca Del Rio Inambari: Ambientes Acuáticos, Biodiversidad y*

- Represas*. Edited by Grafica Biblios. 1ra ed. Lima: Gordon and Betty Moore Foundation, Blue Moon Foundation.
http://biblioteca.spda.org.pe/biblioteca/mcatalogo/_data/20200209110802_Gouldin_getal2010.pdf.
- Gutiérrez, Yurguin. 2011. “Efecto de La Inclusión de Probiótico Comercial (Amino plus) En El Alimento Extruido Sobre El Crecimiento Del Híbrido ‘Pacotana’ (Piaractus Brachypomus ♀ x Colossoma Macropomum ♂) Durante La Etapa de Juvenil.” Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
<https://es.scribd.com/document/103881365/EFECTO-DE-LA-INCLUSION-DE-PROBIOTICO-COMERCIAL-AMINO-PLUS-EN-EL-ALIMENTO-EXTRUIDO-SOBRE-EL-CRECIMIENTO-DEL-HIBRIDO-PACOTANA-Piaractus-brachypomu#>.
- Hartwich, Frank, Anja Lienert, Alejandro Siles, and Enrique Melgar. 2017. “Normas y Protocolos Para Acuicultura En La Amazonia Peruana: Lineamientos Para Su Avance y Fortalecimiento.” Perú.
[https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/PCP_Perú_Normas_y_Protocolos_Cadena de Valor Acuicola_Informe Final.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/PCP_Perú_Normas_y_Protocolos_Cadena_de_valor_Acuicola_Informe_Final.pdf).
- Hoover, Jan, Jack Killgore, and Alfred Cofrancesco. 2004. “Suckermouth Catfishes: Threats to Aquatic Ecosystems of the United States? .” *American Currents* 31 (3): 1–9. <http://www.nanfa.org/ac/suckermouth-catfishes-threats-aquatic-ecosystems.pdf>.
- Kubitza, Fernando. 2003. *Qualidade Da Água No Cultivo de Peixes y Camarões*. Edited by Ilustradas. 1ra edición. Brasil.
https://books.google.com.pe/books?id=PmwpHAAACAAJ&hl=es&source=gb_s_avlinks_s.
- Liang, S, H Wu, and B Shieh. 2005. “Size Structure, Reproductive Phenology, and sex Ratio of an Exotic Armored Catfish (Liposarcus Multiradius) in the Kaoping of Southern Taiwan.” *Zoological Studies* 44 (2): 252–59.
<http://zoolstud.sinica.edu.tw/Journals/44.2/252.pdf>.
- Méndez, Y, Y Torres, Y Pérez, J Reyes, J Ramírez, A Batista, and N Arias. 2017. “Efecto

- de La Fertilización En El Rendimiento de Azolla, Un Alimento Para Acuicultura.” *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 18 (2): 1–8.
- Mendoza, R, S Contreras, C Ramirez, P Koleff, P Alvarez, and V Aguilar. 2007. “Los Peces Diablo: Especies Invasoras de Alto Impacto.” *Biodiversitas* 70: 1–5. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Los-peces-diablo.pdf>.
- Mendoza, Roberto, Jeffrey Fisher, Walter Courtenay, Carlos Ramírez, Araceli Orbe, Carlos Escalera, Porfirio Álvarez, Patricia Koleff, and Salvador Contreras. 2009. “Capítulo 3. Evaluación Trinacional de Riesgos de Los Plecos (Loricariidae).” In *Directrices Trinacionales Para La Evaluación de Riesgos de Las Especies Acuáticas Exóticas Invasoras: Casos de Prueba Para El Pez Cabeza de Serpiente (Channidae) y El Pleco (Loricariidae) En Aguas Continentales de América Del Norte*, edited by Comisión para la cooperación ambiental, 25–37. Canada. <http://www.cec.org/es/publications/directrices-trinacionales-para-la-evaluacion-de-riesgos-de-las-especies-acuaticas-exoticas-invasoras/>.
- MINSA. 2009. *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Edited by Ministerio de Salud del Perú and Instituto Nacional de Salud. 8VA ed. Lima, Perú. http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf.
- MINSA. 2017. *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Edited by Instituto Nacional de Salud Ministerio de Salud. 10ma ed. Lima, Perú. <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Ministerio de la Producción. 2022. “Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2021.” Lima, Perú. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1080-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2021>.
- Molina, Francisca. 1998. “Dinamica de Las Relaciones Del Fito y Zooplancton En Estanques Rusticos Con Fertilizacion Organica y Combinada En El Estado de Morelos.” Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000257016.
- Molina, Francisca, José Granados, and Héctor Quiroz. 2003. “Productividad Primaria y

- Crecimiento de Carpas Chinas En Estanques Rústicos.” *Acta Universitaria* 13 (3): 66–74. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613307>.
- Murrieta, Carlo, and Fernando Rengifo. 2016. “Influencia de La Densidad de Siembra y de La Tasa Alimenticia En El Crecimiento de Alevinos de Brycon Cephalus (Ghunter, 18699, ‘Sábalo Cola Roja’ (Pisces, Characidae) Cultivados En Corrales.” Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4168?show=full>.
- Nico, Leo G., and R. Trent Martin. 2001. “The South American Suckermouth Armored Catfish, *Pterygoplichthys Anisitsi* (Pisces: Loricariidae), in Texas, with Comments on Foreign Fish Introductions in the American Southwest.” *Southwestern Naturalist* 46 (1): 98–104. <https://doi.org/10.2307/3672381>.
- Nuñez, William. 2017. “Efecto de Cuatro Densidades de Cultivo de *Oreochromis Niloticus* (Tilapia) En Fase de Crecimiento, Sobre Los Parámetros Bioeconómicos.” Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1435>.
- Olivera, Léo de. 2010. “Manual de Qualidade Da Água Para Aquicultura.” Florianópolis.
- ONU DI. 2017. “Normas y Protocolos Para Acuicultura En La Amazonia Peruana. Lineamientos Para Su Avance y Fortalecimiento.” Perú. [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/PCP_Perú_Normas_y_Protocolos_Cadena de Valor Acuicola_Informe Final.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/PCP_Perú_Normas_y_Protocolos_Cadena_de_valor_Acuicola_Informe_Final.pdf).
- Ortega, Hernán, José Iván Mojica, Juan Carlos Alonso, and Max Hidalgo. 2006. “Listado de Los Peces de La Cuenca Del Río Putamayo En Su Sector Colombo – Peruano.” *Biota Colombiana* 7 (1): 95–111.
- Pacaya, Fidel. 2017. “Reproducción En Cautiverio de La Carachama Parda (*Hypostomus Hemicochliodon*) (Loricariidae), En El Centro de Investigaciones Carlos Miguel Castañeda Ruíz. IIAP. San Martín.” Iquitos, Perú: Universidad Nacional de Amazonía Peruana. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5357>.
- Pacic, Antonio. 2010. “Cría de Pacú.” Chaco, Argentina. www.inta.gov.ar/saenzpe.

- Pichilingue, N, and R Velarde. 2006. “Tecnología Recomendada Para La Producción Comercial de Tilapias Ecológicas, Sin Hormonas Ni Químicos En Ambientes Cerrados Incontrolado En La Ceja de Selva Peruana.” San Martín, Perú.
- Porras, D. 1984. *Biotécnica Acuícola I. Fertilizantes Orgánicos*. Edited by Universidad Autónoma del estado de Morelos.
- Porteros, Liz. 2019. “Crecimiento de *Oreochromis Niloticus* ‘Tilapia Nilótica’ Etapa de Levante Cultivada a Dos Densidades En San Juan de Curumuy. 2018.” Universidad Nacional de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1494>.
- Power, Mary E. 1984. “The Importance of Sediment in the Grazing Ecology and Size Class Interactions of an Armored Catfish, *Ancistrus Spinosus*.” *Environmental Biology of Fishes* 10 (3): 173–81. <https://doi.org/10.1007/BF00001124/METRICS>.
- PRODUCE. 2016. “Anuario Estadístico Pesquero Acuícola 2015.” Lima, Perú. www.produce.gob.pe.
- Quezada, María, Max Hidalgo, Juan Tarazona, and Hernán Ortega. 2017. “Ictiofauna de La Cuenca Del Río Aguaytía, Ucayali, Perú Ichthyofauna of the Aguaytía River Basin.” *Revista Peruana de Biología* 24 (4): 331–42. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14061>.
- Quiroz, Héctor, Isela Molina, and A Orteaga. 1999. “Abundancia y Diversidad Del Fitoplancton En Estanques Con Policultivo de Peces, Utilizando Fertilizantes Orgánicos, Inorgánicos y Combinados.” *Ciencia y Mar* 3 (8): 3–12.
- Reis, Thays, Rodrigo Yudi, Higo Andradre, Peterson Guimaraes, Juliana Olivera, Joel Rodrigues, Natalino Da costa, et al. 2020. “Protocolo de Buenas Prácticas de Manejo Durante La Fase de Producción de Alevines de Tambaqui En La Región Del Baixo São Francisco AL/SE.” *Circular Técnica* 1. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1127088/protocolo-de-boas-praticas-de-manejo-durante-a-fase-de-producao-de-alevinos-de-tambaqui-na-regiao-do-baixo-sao-francisco-alse>.
- Rodríguez, Horacio, and Eduardo Anzola. 2001. “La Calidad Del Agua y La Productividad de Un Estanque En Acuicultura.” In *Fundamentos de Acuicultura Continental*, edited by Horacio Rodríguez, Piedad Victoria, and Mauricio Carrillo,

- 2da ed., 1:43–72. Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34940>.
- Rustom, Antonio. 2012. *Estadística Descriptiva, Probabilidad e Inferencia. Una Visión Conceptual y Aplicada*. Santiago de Chile: Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Saldaña, Miguel. 2015. “Reproducción En Cautiverio de La ‘Carachama Negra’ *Liposarcus Pardalis* (Castelnau, 1855) En El Centro de Investigación ‘Carlos Miguel Castañeda Ruiz’, IIAP San Martin-Perú.” Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4450/Miguel_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sánchez, Alberto, Rosa Florido, Nicolás Álvarez, and Miguel Salcedo. 2015. “Distribución de *Pterygoplichthys* Spp. (Siluriformes: Loricariidae) En La Cuenca Baja de Los Ríos Grijalva - Usumacinta.” *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.016>.
- Sandoval, Jhan. 2007. “Fundamentos de Piscicultura Continental y Calidad de Aguas Naturales.” Colombia.
- Sedano, Francisco, and Victoria Anguis. 2016. “Calidad Del Agua En Sistemas de Recirculación Para La Acuicultura (SRA) Marina.” El Puerto de Santa María.
- Valencia, Jakelin. 2016. “Comparación de Densidades de Cultivo de Paco *Piaractus Brachypomus* Utilizando El Suplemento Probiótico E-M, IIAP Sede – Ucayali - Perú.” Universidad Nacional de Trujillo.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9036>.
- Vargas, Omar. 2012. “Estudio Preliminar Sobre La Crianza de Carachama (*Chaetostoma* Sp.) En Cautiverio.” Ecuador: Universidad Estatal Amazónica.
<https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/58>.
- Vásquez, Frank. 2018. “Influencia de Tres Dietas a Base de Alimento Balanceado y



- Fitoplancton En El Levante de Post Larvas de Carachama Parda, *Hypostomus Hemicochliodon* (Loricariidae). Centro de Investigaciones Carlos Miguel Castañeda Ruiz; IIAP-San Martín.” Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Velázquez, Ernesto, Jesús López, and Emilio Romero. 2013. “El Pez Diablo: Especie Invasora En Chiapas.” *LACANDONIA* 7 (7): 99–104. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1858>.
- Vilca, Edgar. 2019. “Rendimiento de Alimentos Balanceados Comerciales En El Crecimiento de *Pterygoplichthys* Sp. ‘Carachama Negra’, Madre de Dios, 2018 - 2019.” Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4476>.
- Wurts, William, and Robert Durborow. 1992. “Interactions of PH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fishponds.” *Southern Regional Aquaculture Center*, no. 464.
- Yossa, M., and C. Araujo. 1998. “Detritivory in Two Amazonian Fish Species.” *Journal of Fish Biology* 52 (6): 1141–53.
- Yossa, Martha, Walter Vásquez, and Gilma Hernández. 2012. “Composición Nutricional Del Sedimento En Estanques Con Tilapia Roja.” *ORINOQUIA* 16 (2): 217–24. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092012000300007&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- Zuta, Luis. 2021. “Reproducción Artificial de Carachama Para Su Manejo Sostenible.” <https://rnia.produce.gob.pe/cientificos-peruanos-logran-reproduccion-artificial-de-carachama-para-su-manejo-sostenible/>



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

INTERROGANTES ESPECIFICAS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOS	PRUEBAS ESTADISTICAS
¿Los diferentes niveles de fertilización en los estanques, influirán en la formación de detrito y en rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>)?	H1: Los diferentes niveles de fertilización, influirán en las características físicas y químicas del agua en los estanques. H2: Los diferentes niveles de fertilización, influirán en las características físicas y químicas de detrito en los estanques.	Objetivo 01: Determinar y evaluar los factores físicos y químicos del agua en los estanques (transparencia, temperatura, pH, O2 disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO2). Objetivo 02: Determinar y evaluar los factores físicos y químicos de detrito (pH, nitrato, nitrito, amoníaco y CO2) en los estanques.	Variable independiente: Diferentes niveles de fertilización en los estanques (VD).	Dosis Tratamiento (T1): Hidróxido de calcio 1,25 Kg. + Urea 0,27 Kg. + NPK 0,21 Kg. + Guano de isla 1,25 Kg. Dosis Tratamiento (T2): Hidróxido de calcio 2,5 Kg. + Urea 0,54 Kg. + NPK 0,42 Kg. + Guano de isla 2,5 Kg. Dosis Tratamiento (T3): Hidróxido de calcio 3,75 Kg. + Urea 0,82 Kg. + NPK 0,63 Kg. + Guano de isla 3,5 Kg.	El presente estudio se realizará en la piscigranja ROALCA, ubicado en el km 6,5 Carretera El Prado. La población de este proyecto de investigación será 600 individuos de Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>). Método Objetivo 01: Muestreo del agua de los estanques cada treinta días de parámetros: transparencia, temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza total, alcalinidad total y dióxido de carbono. Objetivo 02: Muestreo de detritos en los estanques cada treinta días de parámetros: . Objetivo 03: Acondicionamiento del estanque. Captura de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>). Siembra. Evaluación biométricos de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>).	Objetivo específico 01: Determinar las características físicas y químicas de los estanques (transparencia, temperatura, pH, O2 disuelto, dureza total, alcalinidad total y CO2. Análisis de Varianza Simple (ANOVA). Objetivo específico 02: Determinar y evaluar los factores físicos y químicos de detrito (pH, nitrato, nitrito, amoníaco y CO2) en los estanques. Análisis de Varianza Simple (ANOVA). Objetivo específico 03: Evaluar el rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) en los estanques. Análisis de Varianza Simple (ANOVA), si la varianza no es significativo, de lo contrario se realizará mediante Análisis de covarianza (ANOVA), para determinar su jerarquía se aplicará la prueba de Dunnett a un nivel de confianza del 95%, y los análisis se realizarán con el paquete estadístico SPSS.
¿Cuál es el efecto de diferentes niveles de fertilizantes (hidróxido de calcio, urea, NPK y guano de isla), en términos de rendimiento de los índices productivos de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>)?	H3: El rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) será mejor en los estanques fertilizados.	Objetivo 03: Evaluar el rendimiento productivo de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) en los estanques.	Variable dependiente: Rendimiento de los índices de producción de la Carachama Negra (<i>Pterygoplichthys sp.</i>) (VD).	Longitud Estándar (LS) Ganancia en Peso (GP) Índice de crecimiento en peso ICP (g/día). Tasa de Conversión alimenticia (TCA)	Análisis de datos. Para el presente trabajo de investigación se llevará a cabo el análisis estadístico mediante el Diseño Completamente al Azar o randomizado (DCA). Tipo de estudio Experimental con 4 tratamientos y tres repeticiones. Señalo que el diseño será DCA.	
			Porcentaje de supervivencia (PS) en %			

Anexo 2. Valores Permitidos para el cultivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*).

Tabla 33

Propuesta de valores físicos químicos del agua para el cultivo de la Carachama Negra (Pterygoplichthys sp.)

Análisis de agua	Unidad	Valores recomendados
Transparencia	cm	7.0 a 10.0
Temperatura	°C	28 a 30
pH		7.0 a 8.5
Oxígeno disuelto	ppm	5.0 a 7.0
Dureza total	ppm	30.0 a 90.0
Alcalinidad total	ppm	30.0 a 150.0
Dióxido de carbono	ppm	15.0 a 90.0
Nitrito	ppm	0.06 a 1.5
Amoniaco	ppm	0.8 a 2.3
Amonio	ppm	0.9 a 2.5

Anexo 3. Objetivo Específico 1: Valores de los parámetros físicos químicos del agua de los tratamientos evaluados mensualmente.

Tabla N° 34

Objetivo Específico 1: Valores de los parámetros físicos químicos del agua de los tratamientos evaluados mensualmente.

Días	Tratamiento T-1	Valores físicos químicos						
		Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH Escala	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza Total (ppm)	Alcalinidad Total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
30	T -1A	9.00	30.00	8.80	11.00	80.00	70.00	-
	T -1B	7.00	29.00	9.50	10.50	60.00	60.00	-
	T -1C	9.00	32.00	9.50	6.20	70.00	50.00	-
60	T -1A	8.00	26.00	7.00	1.60	-	60.00	80.00
	T -1B	5.00	26.00	7.00	8.00	-	80.00	-
	T -1C	7.00	26.00	7.00	4.60	80.00	60.00	8.00
90	T -1A	11.00	30.00	7.00	4.20	40.00	40.00	44.00
	T -1B	7.00	31.00	10.00	14.00	60.00	52.00	-
	T -1C	7.00	28.50	7.50	4.20	68.00	60.00	20.00
Promedio		7.78	28.72	8.14	7.14	50.89	59.11	16.89
Días	Tratamiento T-2	Valores físicos químicos						
		Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH Escala	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza Total (ppm)	Alcalinidad Total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
30	T -2A	7.00	32.00	9.50	7.00	70.00	50.00	-
	T -2B	7.00	30.00	9.50	13.00	62.00	60.00	-
	T -2C	14.00	31.00	7.80	9.00	70.00	110.00	-
60	T -2A	8.00	25.50	7.50	4.00	92.00	76.00	-
	T -2B	7.00	26.00	7.50	4.40	100.00	124.00	-
	T -2C	8.00	26.00	7.50	1.00	-	132.00	120.00
90	T -2A	11.00	28.50	8.00	2.20	88.00	96.00	16.00
	T -2B	8.00	29.50	9.00	5.80	72.00	72.00	52.00
	T -2C	14.00	30.50	8.00	7.00	80.00	100.00	40.00
Promedio		9.33	28.78	8.26	5.93	70.44	91.11	25.33
Días	Tratamiento T-3	Valores físicos químicos						
		Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH Escala	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza Total (ppm)	Alcalinidad Total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
30	T -3A	4.00	31.00	7.50	9.00	120.00	108.00	72.00
	T -3B	6.00	28.00	8.00	6.00	160.00	160.00	60.00
	T -3C	10.00	31.00	8.00	8.00	100.00	110.00	-
60	T -2A	4.00	26.00	7.50	1.20	160.00	180.00	160.00
	T -3B	9.00	26.00	7.50	3.60	-	180.00	140.00
	T -3C	7.00	26.00	7.50	0.40	-	232.00	160.00
90	T -3A	10.00	30.00	7.50	7.00	80.00	120.00	32.00
	T -3B	14.00	29.00	8.00	12.00	92.00	112.00	-
	T -3C	25.00	29.50	7.50	4.80	100.00	120.00	60.00
Promedio		9.89	28.50	7.67	5.78	90.22	146.89	76.00
Días	Tratamiento T-4 (control)	Valores físicos químicos						
		Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	pH Escala	Oxígeno disuelto (ppm)	Dureza Total (ppm)	Alcalinidad Total (ppm)	Dióxido de carbono (ppm)
30	T -4A	6.00	32.00	8.00	7.60	40.00	40.00	0.40
	T -4B	6.00	33.00	8.50	7.00	60.00	70.00	20.00
	T -4C	8.00	30.00	8.00	6.00	20.00	30.00	0.40
60	T -4A	7.00	25.50	6.50	3.40	60.00	40.00	52.00
	T -4B	10.00	26.00	7.00	2.60	60.00	64.00	60.00
	T -4C	7.00	26.00	6.00	6.40	-	32.00	8.00
90	T -4A	9.00	29.50	7.00	7.00	28.00	16.00	0.80
	T -4B	12.00	30.50	6.50	8.00	32.00	32.00	20.00
	T -4C	12.00	30.50	6.50	6.60	40.00	20.00	16.00
Promedio		8.56	29.22	7.11	6.07	37.78	38.22	19.73

Anexo 4. Objeto Específico 2: Valores físicos químicos de detrito de los tratamientos evaluados mensualmente

Tabla 35

Objeto Específico 2: Valores físicos químicos de detrito de los tratamiento evaluados mensualmente

Días	Tratamiento T-1	Valores físicos químicos				
		pH	Nitrito	Amoniaco	Amonio	Dióxido de carbono
		Escala	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
30	T -1A	7.50	0.33	0.12	0.01	32.00
	T -1B	7.50	0.17	0.30	0.33	28.00
	T -1C	8.00	2.64	1.20	1.30	24.00
60	T -1A	7.50	-	2.40	2.60	40.00
	T -1B	7.50	-	1.80	1.95	20.00
	T -1C	7.50	2.64	1.80	1.95	24.00
90	T -1A	7.00	0.33	2.40	2.60	44.00
	T -1B	8.00	0.66	2.40	2.60	20.00
	T -1C	7.00	2.64	2.40	2.60	28.00
Promedio		7.50	1.05	1.65	1.77	28.89
Días	Tratamiento T-2	Valores físicos químicos				
		pH	Nitrito	Amoniaco	Amonio	Dióxido de carbono
		Escala	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
30	T -2A	8.00	2.64	1.80	1.95	20.00
	T -2B	8.00	0.64	1.80	1.95	44.00
	T -2C	7.50	0.17	2.40	2.60	60.00
60	T -2A	8.00	1.65	2.40	2.60	40.00
	T -2B	8.00	1.32	2.40	2.60	40.00
	T -2C	7.50	-	2.40	2.60	108.00
90	T -2A	7.50	-	2.40	2.60	40.00
	T -2B	7.50	2.64	2.40	2.60	20.00
	T -2C	8.00	0.33	2.40	2.60	48.00
Promedio		7.78	1.04	2.27	2.46	46.67
Días	Tratamiento T-3	Valores físicos químicos				
		pH	Nitrito	Amoniaco	Amonio	Dióxido de carbono
		Escala	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
30	T -3A	7.50	-	2.40	2.60	80.00
	T -3B	6.50	-	0.06	0.07	112.00
	T -3C	8.00	0.99	2.40	2.60	60.00
60	T -3A	7.50	-	2.40	2.60	180.00
	T -3B	8.00	-	2.40	2.60	100.00
	T -3C	7.50	-	2.40	2.60	140.00
90	T -3A	7.50	-	1.80	1.95	80.00
	T -3B	8.00	0.66	1.20	1.30	40.00
	T -3C	8.00	0.66	2.40	2.60	40.00
Promedio		7.61	0.26	1.94	2.10	92.44
Días	Tratamiento T-4 (control)	Valores físicos químicos				
		pH	Nitrito	Amoniaco	Amonio	Dióxido de carbono
		Escala	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
30	T -4A	6.00	-	0.06	0.07	40.00
	T -4B	7.50	-	0.06	0.07	28.00
	T -4C	7.50	0.17	0.06	0.07	28.00
60	T -4A	7.50	-	0.60	0.65	20.00
	T -4B	7.50	-	0.06	0.07	36.00
	T -4C	7.50	0.17	0.06	0.07	20.00
90	T -4A	6.00	0.17	1.80	1.95	40.00
	T -4B	7.00	-	2.40	2.60	24.00
	T -4C	6.50	-	2.40	2.60	28.00
Promedio		7.00	0.06	0.83	0.90	29.33

Anexo 5. Objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento productivo de la Carachama Negra (*Pterygoplichtys sp.*) en los estanques.

Tabla 36

Objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento productivo de la Carachama Negra (Pterygoplichtys sp.) en los estanques.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS INICIAL			PROMEDIOS FI NAL 30 DIAS			Cantidad Alimento (Kg)
	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	
T - 1 A	13.70		55.00	16.50	22.40	103.20	2.31
T - 1 B	13.86		55.00	14.50	19.80	73.20	2.31
T - 1 C	13.52		57.40	17.20	23.50	100.20	2.41
T - 2 A	13.64		55.40	15.60	21.00	82.40	2.33
T - 2 B	13.56		56.80	17.80	23.60	121.80	2.39
T - 2 C	13.72		56.20	18.10	23.60	121.40	2.36
T - 3 A	13.68		56.20	16.10	21.50	94.60	2.36
T - 3 B	13.44		55.20	15.30	21.20	89.80	2.32
T - 3C	13.56		56.20	17.70	23.60	118.40	2.36
T - 4 A	13.76		56.20	16.00	20.80	80.00	2.36
T - 4 B	13.48		57.80	14.80	19.70	66.40	2.43
T - 4 C	13.20		50.00	15.00	20.20	74.60	2.10

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS INICIAL			PROMEDIOS FI NAL 60 DIAS			Cantidad Alimento (Kg)
	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	
T - 1 A	16.50	22.40	103.20	20.30	27.60	179.20	4.18
T - 1 B	14.50	19.80	73.20	17.70	24.40	120.80	2.96
T - 1 C	17.20	23.50	100.20	19.00	25.80	136.40	4.06
T - 2 A	15.60	21.00	82.40	17.00	23.60	102.00	3.34
T - 2 B	17.80	23.60	121.80	21.40	27.60	209.60	4.93
T - 2 C	18.10	23.60	121.40	20.30	27.40	181.60	4.92
T - 3 A	16.10	21.50	94.60	19.10	25.60	143.80	3.83
T - 3 B	15.30	21.20	89.80	19.70	26.60	175.20	3.64
T - 3C	17.70	23.60	118.40	20.80	27.50	183.20	4.80
T - 4 A	16.00	20.80	80.00	16.20	21.40	90.60	3.24
T - 4 B	14.80	19.70	66.40	15.90	21.80	80.80	2.69
T - 4 C	15.00	20.20	74.60	15.20	20.30	76.60	3.02

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS INICIAL			PROMEDIOS FI NAL 90 DIAS			Cantidad Alimento (Kg)
	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Long. Estandar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	
T - 1 A	20.30	27.60	179.20	21.60	29.20	202.80	5.07
T - 1 B	17.70	24.40	120.80	17.80	24.60	126.40	3.16
T - 1 C	19.00	25.80	136.40	19.20	26.00	146.00	1.83
T - 2 A	17.00	23.60	102.00	17.70	23.80	114.40	2.86
T - 2 B	21.40	27.60	209.60	23.30	30.40	243.00	6.08
T - 2 C	20.30	27.40	181.60	21.60	29.80	220.00	5.50
T - 3 A	19.10	25.60	143.80	21.10	28.00	196.40	4.91
T - 3 B	19.70	26.60	175.20	21.00	28.40	196.60	4.92
T - 3C	20.80	27.50	183.20	21.10	29.00	206.00	5.15
T - 4 A	16.20	21.40	90.60	16.30	21.40	92.20	2.31
T - 4 B	15.90	21.80	80.80	16.50	22.00	88.80	2.22
T - 4 C	15.20	20.30	76.60	16.10	21.60	88.00	2.20

Anexo 6. Panel fotográfico



Análisis de agua de agua y detrito.



Medición de temperatura del agua.



Medición de pH.



Medición de transparencia.



Insumos utilizados en la investigación.



Preparación de insumos.



Fertilización del agua.



Toma de muestra de detrito.



Toma de muestra de agua.



Captura en el estanque



Alimentación complementaria.



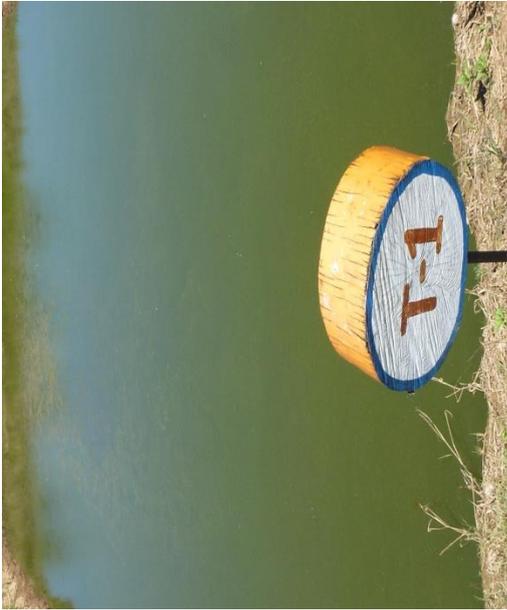
Carachama Negra (*Pterygoplichthys* sp.).



Carachama Negra (*Pterygoplichthys sp.*) al final de la investigación.



T - 1C



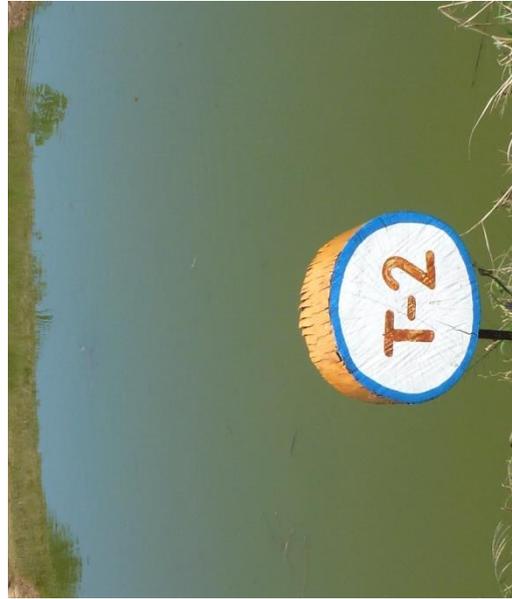
T - 1B



T - 1A



T - 2C



T - 2B



T - 2A

Vista de coloración de los tratamientos T- 1 y T-2.



T - 3C



T - 3B



T - 3A



T - 4C



T - 4B



T - 4A

Vista de coloración de los tratamientos T-3 y T-4



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **OLGER JACINTO MOCHCCO MUÑOZ** identificado(a) con N° DNI: **28806840** en mi condición de egresado(a) de la:

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA CON MENCIÓN EN ACUICULTURA

con código de matrícula N° 183619, informo que he elaborado la tesis denominada:

“NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES PARA LA FORMACIÓN DE DETRITO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE CARACHAMA NEGRA (PTERYGOPLICHTHYS SP.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS – PERU”.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 05 de Julio del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **OLGER JACINTO MOCHCCO MUÑOZ** identificado(a) con N° DNI: **28806840**, en mi condición de egresado(a) del **Programa de Maestría o Doctorado: MAESTRÍA EN ECOLOGÍA CON MENCIÓN EN ACUICULTURA**, informo que he elaborado la tesis denominada:

“NIVELES DE FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES PARA LA FORMACIÓN DE DETRITO QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE CARACHAMA NEGRA (PTERYGOPLICHTHYS SP.) EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS – PERU”.

para la obtención de **Grado.**

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexas, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 05 de Julio del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella