

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
CULTIVO DE JUVENILES DE PACO *Piaractus brachypomus*
EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA
(RAS) EN EL DISTRITO DE PICHARI
PROVINCIA LA CONVENCION,
REGION CUSCO, 2023**

TESIS

Presentada por:

Bach. Craton Chata Cáceres

Para optar al Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

**TACNA – PERÚ
2025**


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

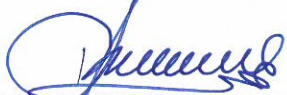
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**“EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
CULTIVO DE JUVENILES DE PACO *Piaractus brachypomus*
EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)
EN EL DISTRITO DE PICHARI PROVINCIA LA
CONVENCIÓN, REGIÓN CUSCO, 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 30 de diciembre del 2024 estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE.....

Dr. Luis Antonio Espinoza Ramos

SECRETARIO.....

Dr. Luis Alberto Bernardo Rivera Chipana

VOCAL.....

MSc. Calixto Quispe Pilco

ASESOR.....

MSc. Ederson Juan Montalico Pongo

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Ederson Juan Montalico Pongo, en mi condición de ASESOR(A) acredito con Resolución de Facultad y/o Posgrado N°7631-2023-FCAG del 15 de mayo del 2023, del Trabajo de Tesis (Trabajo Informe; Trabajo Académico, Trabajo de Suficiencia Profesional, Examen Profesional) titulado: "EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE JUVENILES DE PAGO *Piaractus brachypomus* EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS) EN EL DISTRITO PICHARI, PROVINCIA LA CONVENCIÓN, REGIÓN CUSCO 2023. Presentado por el (la) bachiller CRATÓN CHATA CÁCERES Para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento original que, según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 17%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis y/o trabajo enunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para optar el grado académico Ingeniero Pesquero, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

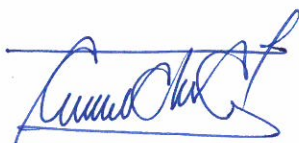
Tacna, 31 de Diciembre del 2024



FIRMA DEL ASESOR

Ederson Juan Montalico Pongo

DNI N° 43019982



FIRMA AUTOR

Cratón Chata Cáceres

DNI N° 45602076



DEDICATORIA

En primer momento, agradezco a Dios todopoderoso por la vida, por su presencia, por su poder y darme sabiduría, comprensión y amor, por el avance académico y en las etapas de labor intensa en mi vida.

A mis queridos padres: Rogelio Chata Vizcarra y Rosa Cáceres Rojas, mis queridísimos padres quienes me dieron la vida y constante apoyo desde el primer día en que llegue a este mundo con mucha humildad y respeto me formaron un hombre fuerte listo para alcanzar cualquier desafío que se me presentara mamá papá mi agradecimiento a ustedes para seguir su ejemplo.

A mi querida mi esposa: Elva, mi compañera perfecta, mi mejor amiga, y mi única verdad en este mundo.

A mis hijos: Yurem y Maykel, por ser motor y motivo para ellos ser un ejemplo y ser parte importante para lograr el éxito.

A mis hermanos: Sabina, Yesid, Amanda, Magno y Severo por su afecto, conocimiento y apoyo completo en todos los ciclos de mi vida. Gracias hermanos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, que me dio la ocasión de poder formarme con ética y valores como profesional en esta gran casa de estudios.

A los grandes formadores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias una Facultad muy sólida y apreciada.

También en especial a la Escuela de Ingeniería pesquera una escuela muy seria que dentro de ellos conforman un gran equipo de docentes y científicos con grandes conocimientos.

A todos los docentes de la escuela de ingeniería pesquera quienes me compartieron su experiencia y conocimiento que en mi persona inculcaron ética profesional y formación profesional.

Mi gratitud y mi agradecimiento, a mi asesor MSc. Ederson Juan Montalico Pongo, y a todo el equipo directivo en la parte de la sustentación.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la Problemática	3
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Pregunta general.....	4
1.2.2 Pregunta secundarias	4
1.3 Justificación e Importancia	5
1.4 Formulación de Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6

1.5	Hipótesis.....	7
1.5.1	Hipótesis general	7
1.5.2	Hipótesis específicos	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		8
2.1	Antecedentes del estudio	8
2.1.1	Antecedentes internacionales	8
2.1.2	Antecedentes nacionales	12
2.2	Bases Teóricas.....	17
2.2.1	Descripción taxonomica	17
2.2.2	Distribución geografica.....	17
2.2.3	Morfología	18
2.2.4	Habitat.....	18
2.2.5	Alimentación	19
2.2.6	Tasa de crecimiento.....	20
2.2.7	Sistemas de recirculación en la acuicultura (RAS)	21
2.2.8	Definición de un Sistema de Recirculación de agua	22
2.2.9	Partes de un Sistema de recirculación Agua (RAS).....	23
2.3	Definición de terminos	26
2.3.1	Acuicultura	26
2.3.2	Aireador	27
2.3.3	Alimento balanceado.....	27

2.3.4 Biomasa	27
2.3.5 Densidad de una poblacion.....	27
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	28
3.1 Lugar de Experimentacion.....	28
3.2 Tipo, diseño y nivel de Investigación	30
3.3 Operacionalización De Variables.....	32
3.3.1 Variable independiente	32
3.3.2 Variable dependiente	32
3.4 Población y Muestra	34
3.4.1 Muestreo poblacional	34
3.5 Materiales y Equipos	34
3.5.1 Material biologico	34
3.5.2 Materiales e Equipos.....	34
3.5.3 Insumos	36
3.6 Metodologia.....	36
3.6.1 Acondicionamiento de las unidades experimentales	36
3.6.2 Seleccin y transporte de juveniles de Paco.....	38
3.6.3 Etapa experimental	38
3.6.4 Muestreo biometrico.....	39
3.6.5 Registro de parametros fisicoquimicos del agua.....	40
3.6.6 Alimentación	40

3.6.7 Índice zootecnico	40
3.7 Análisis estadístico de los datos.....	42
CAPÍTULO IV RESULTADOS	43
4.1 Evaluación y Desarrollo de los Juveniles de Paco	43
4.1.1 Crecimiento en talla (cm), nivel de significancia y análisis de varianza	43
4.1.2 Crecimiento en peso (g) nivel de significancia y Análisis de varianza	46
4.1.3 Factor de conversión alimenticia (FCA)	49
4.1.4 Supervivencia	51
4.2 Factores fisicoquímicos del agua	52
4.2.1 Temperatura del agua.....	52
4.2.2 Potencial de hidrogeniones (pH).....	53
4.2.3 Oxígeno disuelto (O ₂).....	55
4.2.4 Amonio (NH ₄) y nitritos (NH ₂).....	56
CAPITULO V DISCUSIONES	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Recirculación de Agua	26
Figura 2. Lugar de experimentacion	29
Figura 3. Ubicación del distrito de Pichari.....	30
Figura 4. Distribución del Sistema de recirculación de agua	37
Figura 5. Dimensión de Tanque de geomembrana.....	37
Figura 6. Crecimiento de talla en sistema de Recirculacion de agua.....	44
Figura 7. Densidad vs talla en Sistema Recirculación de Agua.....	46
Figura 8. Crecimiento de Peso en Sistema Recirculación de Agua.....	47
Figura 9. Densidad vs Peso en Sistema Recirculación de Agua	49
Figura 10. Factor de conversión alimenticia (FCA)	50
Figura 11. Supervivencia en un sistema de recirculación de agua.	51
Figura 12. Temperatura de agua	53
Figura 13. Potencial de hidrogeniones (pH).....	54
Figura 14. Oxigeno disuelto (O ₂).....	55
Figura 15. Amonio (NH ₄) y nitritos (NH ₂).....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental	31
Tabla 2. Operacionalización de variables	33
Tabla 3. Crecimiento de talla en sistema de Recirculación de agua.....	44
Tabla 4. ANOVA para Talla por Densidad	45
Tabla 5. Prueba de multiple rango para talla por densidad	45
Tabla 6. Crecimiento de peso en Sistema Recirculación de Agua.	47
Tabla 7. ANOVA para Peso por Densidad.....	48
Tabla 8. Prueba de multiple rango para peso por densidad	48
Tabla 9. Factor de conversión alimenticia (FCA)	50
Tabla 10. Supervivencia en un sistema de recirculación de Agua.	51
Tabla 11. Temperatura de agua.....	52
Tabla 12. Potencial de hidrogeniones (pH.).....	54
Tabla 13. Oxígeno disuelto (O ₂).....	55
Tabla 14. Amonio (NH ₄) y nitritos (NH ₂).....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. obtención de juveniles de paco <i>Piaractus brachypomus</i>	69
Anexo 2. empaque de juveniles de paco <i>Piaractus brachypomus</i>	69
Anexo 3. aclimatación de juveniles de paco <i>Piaractus brachypomus</i>	70
Anexo 4. ictiometro y balanza digital para realizar el Muestreo	70
Anexo 5. Acondicionado del tanque almacenamiento de agua	71
Anexo 6. muestreo biometrico juveniles de paco.....	71
Anexo 7. Racionamiento del alimento balanceado.....	72
Anexo 8. Alimento balanceado para etapa juvenil.....	72
Anexo 9. Carcal	73
Anexo 10. Blowers	73
Anexo 11. tabla de alimentación Aqua pro para especies tropicales.....	744
Anexo 12. Cálculo estadístico para Talla y peso	75
Anexo 13. Control incremento de talla	77

RESUMEN

Este estudio ha consistido en valorar el impacto de tres factores. densidades de siembra de los juveniles de paco *Piaractus brachypomus* en sistema de recirculación del agua (RAS) en la localidad de Pichari. Provincia la Convención, Región Cusco. Asimismo, se ha determinado los factores físicos químicos del agua, la supervivencia y la conversión alimenticia. En el centro de cultivo de la municipalidad de Pichari, se utilizaron 9 tanques vinculados a un sistema de recirculación para tres tratamientos con tres repeticiones. En ellos se acondicionaron 10; 20 y 30 juveniles de Paco *Piaractus brachypomus*.

El alimento proporcionado fue tipo pellets, de calibre 4 mm de diámetro, de marca Aquapro Gamitana 25 Crecimiento de 35% de proteína, comprado de la empresa Aquapro. distribuidora para la región.

Durante los 90 días que duro el experimento, se observó un crecimiento de los juveniles, obteniendo el mejor resultado con las densidades de 10 y 20 pacos por m³ con una longitud final de T2 = 23,9 y un peso final de T1 = 152,8. Las pruebas estadísticas realizadas para el peso y longitud indican diferencias significativas entre los tratamientos. La supervivencia fue de 100%, no se presentó niveles de mortalidad, resultado de la buena disposición del sistema de recirculación.

Palabras clave: Juveniles, cultivo, densidad.

ABSTRACT

This study consisted of assessing the impact of three factors: stocking densities of juvenile Paco *Piaractus brachypomus* in a water recirculation system (RAS) in the town of Pichari, La Convencion Province, Cusco Region. Likewise, the physical-chemical factors of the water, survival and feed conversion have been determined. In the cultivation center of the municipality of Pichari, 9 tanks linked to a recirculation system were used for three treatments with three repetitions. 10, 20 and 30 juvenile Paco *Piaractus brachypomus* were conditioned in them.

The feed provided was pellet type, caliber 4 mm in diameter, brand Aquapro Gamitana 25 Growth of 35% protein, purchased from the company Aquapro, distributor for the region. During the 90 days of the experiment, growth of the juveniles was observed, obtaining the best results with densities of 10 and 20 packs per m³ with a final length of T2 = 23,9 and a final weight of T1 = 152,8. The statistical tests performed for weight and length indicate significant differences between treatments. Survival was 100%, there were no mortality levels, a result of the good layout of the recirculation system.

Keywords: Juveniles, culture, density.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la FAO (2024), la producción pesquera y acuícola en 2022 alcanzó niveles históricos, sumando 223,2 millones de toneladas. Este hito se tradujo en un valor aproximado de 472, 000 millones de USD y un consumo estimado de 20,7 kg de alimentos acuáticos de origen animal por persona. Asia y África consumieron un record de 50% de proteína animal proveniente del pescado.

Es crucial resaltar que, según el informe de la FAO, la acuicultura ha crecido un 6,6% desde 2020 y ahora aporta más del 57% de los productos acuáticos destinados al consumo humano. Este mismo informe anticipa que para 2030 la población mundial llegará a los 8,500 millones, con muchas personas residiendo en zonas urbanas, y aproximadamente 600 millones seguirán sufriendo desnutrición crónica. Como se menciona en el informe, la acuicultura desempeña un papel fundamental en la provisión de alimentos ricos en proteínas, aprovechando las oportunidades disponibles en cada país (FAO, 2024).

El paco *Piaractus brachypomus*, una especie nativa de Perú y de la Amazonía, es omnívoro con tendencia a consumir frutas. Ha sido priorizado para la piscicultura en países de la cuenca amazónica debido a sus bajas necesidades nutricionales (18 a 32% de proteína con alta asimilación de

proteínas y lípidos vegetales), su rusticidad, buen crecimiento y rápida adaptación a diversos alimentos y condiciones de cultivo. Sin embargo, se recomienda una crianza racional que considere aspectos reproductivos, de crecimiento, de alimentación y, especialmente, la cantidad óptima de juveniles por unidad de superficie. Esto facilita la acuicultura de esta especie, particularmente en sistemas no convencionales como los de recirculación, que permiten ahorrar agua y mejorar el manejo (Fernández et al., 2004).

El principal objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en el cultivo juveniles de Paco *Piaractus brachypomus* en un Sistema de Recirculación de Agua (RAS) en el distrito de Pichari, Provincia de La Convención, Región Cusco.

Por lo general, obtener juveniles de paco, puede provenir de centros de acuicultura de la zona, piscigranja municipal de Pichari y algunos centros de producción privado ubicados en la zona del VRAEM, que vienen desarrollando su trabajo para poder proporcionar semilla y enfrentar de alguna manera la producción de hoja de coca que trae consecuencias funestas por todos conocidas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Problemática

El Paco *Piaractus brachypomus* es esencial para los residentes de la región de la Amazonía, dado que ofrece una significativa fuente de nutrición y contribuye a producir ganancias a través de la comercialización de sus productos; por esta razón la especie ha experimentado una fuerte presión de pesca, lo que ha provocado que sea una especie muy vulnerable que llevaron a una notable reducción de sus poblaciones, llegando incluso a alcanzar niveles tan bajos en sus poblaciones pudiendo considerarse como una especie en peligro de extinción.

La sobreexplotación de este recurso de su medio natural, ha generado la búsqueda de nuevas tecnologías para un cultivo eficiente en cautiverio, dentro de ellas tenemos: la reproducción asistida, cultivos en estanques en tierra, cultivos en jaulas flotantes, régimen de alimentación semiintensivo, que pueden ser una solución inmediata, pero de baja productividad, esta baja escala desmotiva a las personas en su producción, por lo que es necesario investigar las máximas densidades de siembra, alimentación, uso

de otros métodos productivos como los estanques circulares en tierra, para contribuir a la optimización del proceso de producción (MINAM, 2018).

El cultivo del Paco *Piaractus brachypomus* en tanques circulares en tierra representa una solución viable para ayudar a conservar la especie, al reducir la presión de pesca sobre los adultos y los alevines

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Qué densidad de carga es ideal para alcanzar la tasa de crecimiento más alta? ¿En el cultivo de juveniles de Paco *Piaractus brachypomus* empleando un sistema de recirculación de agua (RAS), en el distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, en 2023?

1.2.2 Pregunta secundarias

- a. ¿Cuál de las densidades de siembra ($T1 = 10$ peces/ m^3 ; $T2 = 20$ peces/ m^3 ; $T3 = 30$ peces/ m^3) resulta en el mayor crecimiento de los juveniles de paco *Piaractus brachypomus* en estanques circulares?
- b. ¿Cuál será el comportamiento de la tasa de conversión alimenticia en las distintas densidades de siembra?
- c. ¿Qué densidad representa la mayor supervivencia?

1.3 Justificación e Importancia

La acuicultura ha brindado enormes beneficios económicos y de sostenibilidad al ser humano, especialmente en el campo de la piscicultura. Esta actividad, practicada desde tiempos remotos hasta la actualidad, está ganando un papel cada vez más relevante no sólo como una alternativa alimenticia asequible y saludable para la humanidad, sino también como una actividad lucrativa que produce especies de alto valor nutricional.

En cuanto a la acuicultura tropical o amazónica, se encuentra en una etapa inicial de crecimiento y posible expansión, especialmente con las especies paco *Piaractus brachypomus* y *Gamitana Colossoma macropomum*. Estas especies están generando expectativas significativas para el desarrollo local. Una de las razones para promover el cultivo de peces tropicales a mayores densidades es crear una nueva actividad económica rentable y legítima, que ayude a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios, complemente sus actividades productivas, proporcione alimentos de alta calidad, reduzca la desnutrición y se presente como una alternativa a las actividades relacionadas con el narcotráfico.

Para que el cultivo de esta especie pueda constituirse en una verdadera alternativa para el desarrollo de la acuicultura, es indispensable conocer la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, los niveles de

sobrevivencia, aspectos que son fundamentales para determinar la viabilidad técnica y económica de un proyecto en acuicultura, un bajo índice de conversión alimenticia es el principal indicador de una acuicultura eficiente (Boyd y Claude, 2022).

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en el cultivo de juveniles de paco *Piaractus brachypomus* en un sistema de recirculación de agua (RAS) en el distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, en 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar los índices productivos (talla y peso) en la fase de crecimiento de los juveniles de paco *Piaractus brachypomus* a tres densidades diferentes (T1 = 10 peces/m³; T2 = 20 peces/m³; T3 = 30 peces/m³).
- b. Determinar la tasa de conversión alimenticia del paco *Piaractus brachypomus* a diferentes densidades.
- c. Evaluar el coeficiente de supervivencia del paco *Piaractus brachypomus* desde el inicio al final del proyecto a diferentes densidades.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El impacto de tres distintas densidades de siembra $T1 = 10$ peces/m³; $T2 = 10$ peces/m³, $T3 = 30$ peces/m³ tiene un impacto considerable en la cría juvenil de Paco *Piaractus brachypomus* se encuentran tanques circulares. En el distrito de Pichari, provincia La Convención, región de Cusco, 2023.

1.5.2 Hipótesis específicos

- a. Las diferentes densidades de siembra ($T1 = 10$ peces/m³; $T2 = 20$ peces/m³; $T3 = 30$ peces/m³) influyen en la talla y el peso de los juveniles de paco *Piaractus brachypomus*.
- b. Los diferentes niveles de densidad de siembra, afectan significativamente la tasa de conversión alimenticia del paco *Piaractus brachypomus*.
- c. Los diferentes niveles de densidad de siembra afectan significativamente la tasa de supervivencia del paco *Piaractus brachypomus*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

Collazos et al. (2021), En su investigación denominada "Rendimiento de larvas y juveniles de *Piaractus orinoquensis* se cultivan a diversas densidades en sistemas utilizando la tecnología biofloc (TBF). Los tratamientos contemplaron densidades por litro de T1: 10, T2: 20, T3: 30, T4: 40, T5: 50 y T6: 60. La investigación se realizó en dos etapas: la primera, de larvicultura, abarcó 12 días, y la segunda, de larvicultura, abarcó de 13 al 24, días los hallazgos indicaron que la supervivencia fue más elevada en las etapas de segundo larvicultura densidades más bajas. Por ejemplo, en el tratamiento T1 (10 larvas por litro), la supervivencia fue de 79,9%, lo que indica que las larvas tenían mejores condiciones en términos de espacio y calidad de agua a estas densidades. Sin embargo, el número total de juveniles vivos fue mayor en densidades más altas, como en el tratamiento T6 (60 larvas por litro), donde se alcanzaron 34,6 juveniles por litro. A través de un análisis multivariado, los mejores resultados obtenidos Se observó un equilibrio entre la supervivencia y la

cantidad de jóvenes en el estudio. T3 (30 larvas por litro), con una supervivencia del 49,6% y un número de larvas por litro finalmente, 14,9 juveniles por cada litro.

Ramos (2019), La presente investigación se realizó en la comunidad Buena Vista perteneciente al Municipio de Palos, la Paz. La evaluación se llevó a cabo durante 8 meses (240 días), con un peso promedio inicial de los alevines de 7,6 g. Las variables examinadas incluyeron ganancia de peso, crecimiento corporal, velocidad de crecimiento y conversión alimenticia, las cuales fueron medidas en tres fases de desarrollo del Tambaquí Para la investigación se utilizaron 189 peces de Tambaqui, los cuales fueron distribuidos en 9 estanques piscícolas, 21 peces por estanque, como tratamientos se utilizó tres alimentos balanceados diferentes, de los cuales dos fueron alimentos balanceados comerciales; alimento balanceado 1 (Vallecito) y alimento balanceado 2 (Súper Pacú) y uno elaborado a base de insumos locales (CEPAC, 2011), para ello se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Los datos recopilados fueron analizados utilizando análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan (0,05). El ANVA muestra que existe diferencia en la variable ganancia de peso, mostrando mejores resultados con el alimento a base de insumos locales 3 (CEPAC 2011), altamente significativa en la fase alevín con 26,81 g y Juvenil con 342,33 g. En la fase engorde no se

presentó diferencia significativa lo que indica que suministrando cualquiera de los tres alimentos se tendrán ganancias de peso similares. En cuanto a la variable crecimiento corporal, el ANVA muestra que existe una diferencia significativa a causa de los tres diferentes alimentos balanceados, en que la fase engorde el crecimiento corporal más alto se alcanza con el alimento a base de insumos locales 3, con longitud total de 26,94 cm, longitud estándar de 24,34 cm y longitud dorso-ventral de 11,55 cm, seguido por el alimento balanceado (Vallecito) con longitud total de 26,87 cm, longitud estándar de 24,31 cm y longitud dorso-ventral de 11,33 cm y el menor crecimiento fue con el alimento balanceado (Súper Pacú) con longitud total de 26,32 cm, longitud estándar de 24,19 cm y longitud dorso-ventral de 11,18 cm.

En relación con la variable de velocidad de crecimiento, el ANVA señaló una variable de crecimiento acelerado. Variabilidad considerable, lo que indica que los tres tipos de alimentos balanceados conducen a distintas velocidades de crecimiento. La transformación La dieta para cada tipo de alimento equilibrado demostró valores que superan los 2 lo que evidencia que los tres alimentos equilibrados son de alimento de alta calidad para el Tambaqui en todas sus etapas de crecimiento.

El análisis económico demostró que utilizando el alimento balanceado 1 (Vallecito,) y 3 (CEPAC 2011), elaborado en base a insumos locales, se obtendrán los mayores ingresos, a la vez la relación beneficio/costo de 1,6 valor superior a 1 lo cual indica rentabilidad.

Poleo et al, (2011), llevaron a cabo un estudio titulado "*Cultivo de la cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados*" con el objetivo de evaluar la tolerancia de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* a cultivos en altas densidades en sistemas cerrados. Se utilizaron 900 alevines de $44,3 \pm 26$ g, distribuidos en seis depósitos de hormigón conteniendo $4,8 \text{ m}^3$ de agua. Tres depósitos carecieron de recambios de agua (SCR) y en los tres restantes, el agua fue recirculada mediante un bioclarificador (SRA). Los dos procedimientos implicaron una intensa aireación para mantener los sólidos suspendidos y proporcionar aire. Durante un periodo de 192 días, los peces fueron alimentados hasta alcanzar su saciedad con alimento comercial. Se realizaron mediciones semanales de los parámetros de calidad del agua, tales como oxígeno disuelto, amonio total, nitritos, nitratos, alcalinidad, dureza, temperatura y pH y se midieron semanalmente.

En el SCR, los peces crecieron a una tasa de $2,34 \pm 0,05$ g por día, con una conversión alimenticia de $1,5 \pm 0,06$, una densidad final de $12,96 \pm 0,53$

kg/m³ y un peso final de 449,5 ± 99 g. En el SRA, los peces crecieron a 2,33 ± 0,03 g por día, con una conversión alimenticia de 1,6 ± 0,07, una densidad final de 12,13 ± 1,12 kg/m³ y un peso final de 446,5 ± 10 g. La cachama blanca puede ser cultivada en sistemas cerrados sin recambios de agua a altas densidades.

En el SCR, los peces experimentaron un crecimiento de 2,34 ± 0,05 g diarios, logrando un incremento de 2,34 ± 0,05 g. La conversión alimenticia es de 1,5 ± 0,06 y la densidad final es de 12,96 ± 0,53 kg/m³. y un peso terminado de 449,5 ± 99 gramos. Durante el SRA, los peces alcanzaron un crecimiento de 2,33 ± 0,03 g día, con una conversión alimenticia de 1,6 ± 0,07 y una densidad final de 12,13 ± 0,07, con una conversión final de 12,13 ± 0,07, con un peso final de 446,5 ± 10 g. La cachama blanca es apta para el cultivo en sistemas cerrados que no requieren recambios de agua a densidades elevadas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Ancajima (2018), presentó una investigación cuyo propósito principal fue Identificar cómo la densidad influye en el desarrollo de la tilapia del Nilo durante la fase de crecimiento de alevinaje secundario. Para el estudio, se tomaron en cuenta 14 000 alevines de diferentes tipos de tilapia del Nilo con una media de peso inicial de 0,22 g. Se colaboró con dos

tratamientos cada una con dos repeticiones cada una. En el tratamiento 1, se empleó una técnica de ultrasonido densidad de 75 alevines por metro cuadrado, en cambio, en el tratamiento 2 se emplearon 100 alevines por área. La investigación se llevó a cabo en cuatro estanques enlajados, cada uno con un estanque de estudio una superficie de 40 metros cuadrados. El porcentaje de alimentación implementado fue del 10% durante el periodo de aplicación todo el análisis. El diseño se realizó de manera aleatoria.

Después de 45 días de cultivo, se determinaron los pesos, obteniendo un peso final promedio de 5,43 g para el tratamiento 1 y 4,60 g para el tratamiento 2. La longitud total alcanzada fue de 7 cm para el tratamiento 1 y 6,6 cm para el tratamiento 2. El tratamiento 1 alcanzó 7 cm y el tratamiento 26,6 cm. terapia 2. Se estableció que el crecimiento más óptimo se atribuyó al tratamiento.1 con una densidad de 75 alevines/m², pese a que la variación no fue significativa estadísticamente relevante. Respecto a la supervivencia, el tratamiento 1 demostró tener una supervivencia un porcentaje del 98,91%, en cambio, el tratamiento 2 registró un porcentaje del 98,37%. La Para el tratamiento 1, el factor de conversión alimenticia fue de 1,35 y para el tratamiento 2, de 1,65 tratamiento 2, sin variaciones relevantes.

Valencia (2016), "*Evaluación del crecimiento del paco *Piaractus brachypomus**", mediante el uso del suplemento probiótico EM, II AP sede Ucayali, Perú", analizó el aumento en peso y longitud en doce meses unidades experimentales que recibieron tres terapias: T1 que presenta una densidad de 5, T1 con una densidad de 10 alevines/50 L, y T3 con una densidad de 10 alevines/50 L. 20 alevines/50 L. Se añadió un probiótico en una dosis del 4%, proporcionando un suministro de probiótico el consumo diario de alimentos para todos los tratamientos, a excepción del T0, que se realizó el día gestión. Los peces recibieron una alimentación del 5% de purigamitana y una del 5% de purigamitana regularidad de tres veces diarias. Se llevó a cabo la comparación de densidades a través del uso de un dispositivo. ANOVA utilizando el índice de Tukey. El desarrollo del *P. brachypomus* varió entre 14,75 y 21,55 g de peso y entre 10,05 y 11,87 cm de altura, respectivamente.

Con un factor de conversión alimenticia (FCA) de 1,62 a 2,40 y una supervivencia, con una conversión alimenticia de 1,62 a 2,40; desde el 60% hasta el 100%. Se determinó que el *P. brachypomus* presentó el rendimiento más alto alcanzó una densidad de 5 alevines por cada 100 L en T1.

Acosta y Farfán (2013), Ellos desarrollaron la tesis llamada "Policultivo en dos densidades de siembra para *Piaractus brachipomus* "paco" spp.

oreochromis. "tilapia *O. nilótica* var. *stirling* x *o. aureus*" "Híbrida" en hábitats seminaturales. La meta era establecer el efecto de la densidad de plantación en relación al desarrollo de *Piaractus brachypomus* "paco" Especies de *Oreochromis spp.* *O. niloticus* var. *Stirling* x *O. aureu* "tilapia híbrida", en la especie de *O. niloticus* var. *Stirling* variantes de policultivo. Se emplearon muestras en paralelo para dos tratamientos y cada una dos veces: 4,5 peces/m² (Tratamientos A, 1 y 2) y 5 peces/m² (Tratamiento A, 1 y 2) (Tratamiento B, 1 y 2), contando con cuatro estanques seminaturales compuestos por: 112,5; 100; 150 y 192 metros cuadrados.

El desarrollo económico de *P. brachypomus* no se vio impactado por la densidad de siembra, pero sí por la de siembra. *Oreochromis spp.*, pese a su mayor crecimiento en la densidad más elevada: 228,65 mm y 208,8 gramos de *P. brachypomus*, y 230,81 mm y 269,02 gramos de *Oreochromis spp.* Ellos Los factores de conversión alimentaria resultaron ser bajos: 1,22 (4,5 peces/m²) y 1,01 (5 peces/m²) plantas/m²). El estanque de 5 registró el rendimiento de producción más alto peces por metro cuadrado (12 206,45 kg/ha).

Villafana et al, (2002), efectuaron una investigación denominada "Impacto de tres densidades de siembra en la incidencia de tres densidades de siembra". El desarrollo de *Piaractus brachypomus* (Paco) en la segunda etapa de alevinaje ocurre durante la segunda etapa de alevinaje estaciones

seminaturales. El propósito de la investigación fue establecer cómo impactan tres densidades de siembra en términos de crecimiento en peso, longitud y supervivencia de las tres densidades de siembra. Segunda etapa del alevinaje de *Piaractus brachypomus*. Se empleó un diseño aleatorio de bloques completos con tres procedimientos: T1 = 10 alevinos por cada m², T2 = 15 alevinos por metro cuadrado y T3 = 20 alevinos por metro cuadrado, con tres repeticiones. Se cultivaron peces. Un total de 11 160 alevinos con una media de peso inicial de 3,8 g (coeficiente de desarrollo) de 7,04% y desviación estándar de 0,44). Los peces recibieron alimento a base de pescado nutrición equilibrada en partículas con un 30% de proteína, a un ritmo del 10%. Tras 30 días, se obtuvieron los resultados para los tratamientos T1, T2 y T3: peso final medio de 21,94 g, 20,79 g y 23,49 g, en relación a sus respectivos pesos; final medio de 10,12 cm, 10,0 cm y 10,34 cm; y porcentaje de supervivencia de 38%; 98,68%; 97,45% y 89,82%, en orden. No se detectaron variaciones significantes ($P > 0,05$) entre los distintos hallazgos en la segunda etapa de alevinaje.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Descripción taxonomica

La descripción Taxonomía del paco "*Piaractus brachypomus*"

Reino	: Animal
Phyllum	: Chordata
Clase	: Actinopterygii
Orden	: Characiformes
Género	: Piaractus
Especie	: Brachypomus
Nombre científico	: <i>Piaractus brachypomus</i> .
Nombre común	: "Paco" Cuvier, (1998)

2.2.2 Distribucion geografica

Los géneros *Colossoma* y *Piaractus*, pertenecientes a la familia *Serrasalminidae*, están ampliamente distribuidos en los ríos amazónicos de América del Sur (Loubens, 2001). *Colossoma macropomum* se encuentra principalmente en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, especialmente en los sistemas fluviales de la Amazonía Central. Sin

embargo, presenta una mayor distribución en el Río Madera que en cualquier otro tributario de la Cuenca Amazónica (Araujo-Lima, 1997).

Según Loubens (2001), la distribución de *Piaractus brachypomus* es similar a la de *Colossoma macropomum*, sin embargo, está alargando su área de distribución a los bajos Andes de Bolivia y Guyana.

2.2.3 Morfología

Externamente, *Piaractus brachypomus* es algo más pequeño, alcanzando hasta 85 cm de largo y un peso de hasta 20 kg. Su coloración es más clara, con un tono blanco plateado, y ocasionalmente puede presentar tonalidades azuladas en el dorso y los flancos. El abdomen de esta especie es blanquecino con ligeras manchas anaranjadas (Martínez, 1984).

2.2.4 Habitat

El Paco *Piaractus brachypomus* tiene una distribución geográfica similar a la de la Gamitana *Colossoma macropomum*, compartiendo con ella el hábitat y el nicho ecológico. Ambas especies habitan principalmente en las cuencas de los ríos amazónicos, donde se encuentran en ambientes

de aguas dulces y cálidas, típicamente en áreas de lento flujo, como lagunas y canales (Guerra, 2000).

La preferencia por esta especie en nuestro medio es por su rápido crecimiento, adaptabilidad en el medio de cautiverio, y rápida aceptabilidad al alimento suministrado (Guerra, 2000), manifiestan que los nombres comunes o vernáculo del *Piaractus brachipomus* en los diferentes países se presentan de la siguiente manera: Bolivia: Tambaquí, Brasil: Pirapitinga, Tambaqui, Caranha, Colombia: Cachama blanca, Paco, Perú: Paco, Venezuela: Morocoto, Cachama (Woynarovich, 1998).

2.2.5 Alimentación

Tanto pacú como tambaquí poseen fuertes dientes molariformes con los cuales se pueden alimentar de hojas grandes, semillas o frutas que caen de los árboles (Lauzanne y Loubens, 1985). El ciclo de la condición para *Colossoma macropomum* resulta muy claro: rápido engorde durante las aguas altas, en donde existe un periodo de alimentación intensiva con frutos y semillas que caen de los árboles, sin embargo, el pacú en estado juvenil es omnívoro alimentándose principalmente de frutas, semillas y zooplancton (Roubach, 1994).

Posteriormente se presenta un adelgazamiento empezando con la decrecida y prolongándose hasta la mitad de la crecida siguiente, en el cual existe un largo ayuno sea total para los adultos sea parcial para los juveniles (Loubens, 2001).

2.2.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento específico (SGR, por sus siglas en inglés de Standard Growth Rate) mide la velocidad de crecimiento durante un período determinado y se expresa como un porcentaje diario del peso del organismo. Este índice es crucial en estudios de acuicultura y piscicultura para evaluar el rendimiento y la eficacia de diferentes métodos de cultivo y alimentación.

$$\text{SGR} = \text{TC} = \frac{\ln W_f - \ln W_o}{t} * 100$$

Donde:

TC : tasa de crecimiento específica expresada como porcentaje de peso del peso del cuerpo del pez/día.

Wo : peso inicial (g)

Wf : peso final (g)

t : tiempo

Según Loubens G. y J. Panfili (1997), debido al ciclo alimentario de *Piaractus brachypomus*, las secciones de otolitos permiten estimar con precisión la edad de la mayoría de los individuos y estudiar su crecimiento. Este crecimiento es rápido y similar para ambos sexos hasta que alcanzan la madurez sexual, entre los 7 y 10 años, aunque los machos crecen ligeramente menos. *Piaractus brachypomus* puede vivir al menos 40 años.

El *Piaractus brachypomus*, conocido como "piraña de cola roja" o "pacu", es un pez que tiene un ciclo de vida en el que los juveniles prefieren habitar en la sabana arbolada hasta alcanzar los 30 cm, después se trasladan a la selva de galería. Su madurez sexual ocurre alrededor de los 7 años y 52 cm de longitud, con una ligera diferencia en las tasas de crecimiento entre hembras y machos (Loubens, 2001).

2.2.7 Sistemas de recirculación en la acuicultura (RAS)

En estos sistemas, el agua se recircula continuamente, lo que significa que solo se realiza un recambio mínimo del volumen total del sistema, generalmente menor al 10% diario. Este tipo de sistemas permite un mejor monitoreo y control de parámetros fisicoquímicos como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, pH, alcalinidad y metabolitos como el nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos (Libey, 1993). Por lo tanto, el tratamiento del agua en Acuicultura persigue la eliminación de sustancias

inertes, la destrucción de gérmenes patógenos y facilitar intercambios de gas entre la fase líquida y la gaseosa (Benavides, 2012).

Cinco son los componentes que debe poseer un sistema de recirculación para que sea eficiente y provea un ambiente adecuado, ello son la remoción de sólidos tales como heces y el alimento no consumido; biofiltración que controla los compuestos nitrogenados producto del metabolismo de los organismos; aireación u oxigenación al agua; desgasificación del dióxido de carbono acumulado en el sistema, y circulación del agua (Jiménez, 2007).

2.2.8 Definición de un Sistema de Recirculación de agua

Los sistemas de recirculación acuícola son un conjunto de procesos y técnicas que se utilizan para el cultivo de organismos acuáticos, donde el agua es continuamente limpiada y re-utilizada (Libey, 1993). Los sistemas cerrados, se regula el uso del agua al requerir menos del 10% del volumen total del sistema como recambio diario. Estos sistemas facilitan un monitoreo y control más eficaz de los parámetros fisicoquímicos, tales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, pH, alcalinidad y metabolitos como el nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos. Este tipo de sistemas permite un mejor monitoreo y control de los parámetros fisicoquímicos tales como: la temperatura, la salinidad, el

oxígeno disuelto, el dióxido de carbono, el potencial de hidrogeno (pH), la alcalinidad y los metabolitos como el nitrógeno amoniacal, los nitritos y los nitratos (Libey, 1993).

2.2.9 Partes de un Sistema de recirculación Agua (RAS)

Para que un sistema de recirculación sea eficiente y provea un ambiente adecuado deben poseer cinco procesos o características: a) Remoción de sólidos que consiste en extraer los desechos producidos en los sistemas tales como las heces y el alimento no consumido, b) Biofiltración que tiene la función de controlar los compuestos nitrogenados producto del metabolismo de los organismos, c) Aireación u oxigenación que consiste en añadir aire u oxígeno al agua, d) Desgasificación que es el proceso de eliminar el dióxido de carbono acumulado en el sistema, y e) circulación del agua (Lossordo et al, 1992).

Los 5 partes del sistema ras según (Lossordo et al, 1992).

a) **Remoción de sólidos:** Se dividen en Sólidos Sedimentables, sólidos suspendidos y sólidos finos.

- **Sólidos Sedimentables:** son aquellos materiales sólidos que, debido a su peso y densidad, tienden a asentarse en el fondo del tanque de cultivo cuando se suspende en un fluido, como el agua.

- **Sólidos Suspendidos:** No se asientan fácilmente y permanecen en suspensión en la columna de agua. Para eliminarlos, se suelen utilizar métodos como la filtración, la coagulación y floculación, o técnicas de sedimentación más largas.
- **Sólidos Finos:** Muchos de los sólidos finos se acumulan dentro del cultivo intensivo y no pueden ser extraídos por los sistemas descritos anteriormente.

b) Biofiltración: La nitrificación tiene la tarea de controlar el nitrógeno amoniacal total (NAT) disuelto en el agua el cual debe ser extraído del sistema a una tasa igual a la que es producido para obtener niveles seguros para el crecimiento de los organismos (Lossordo et al. 1992).

c) Aireación u Oxigenación: El mantenimiento de OD en concentraciones superiores a 6mg/l y las concentraciones menores a 20mg/l contribuirá a reducir el estrés en la mayoría de especies cultivadas y mejorar las tasas de crecimiento (Boyd y Watten, 1989).

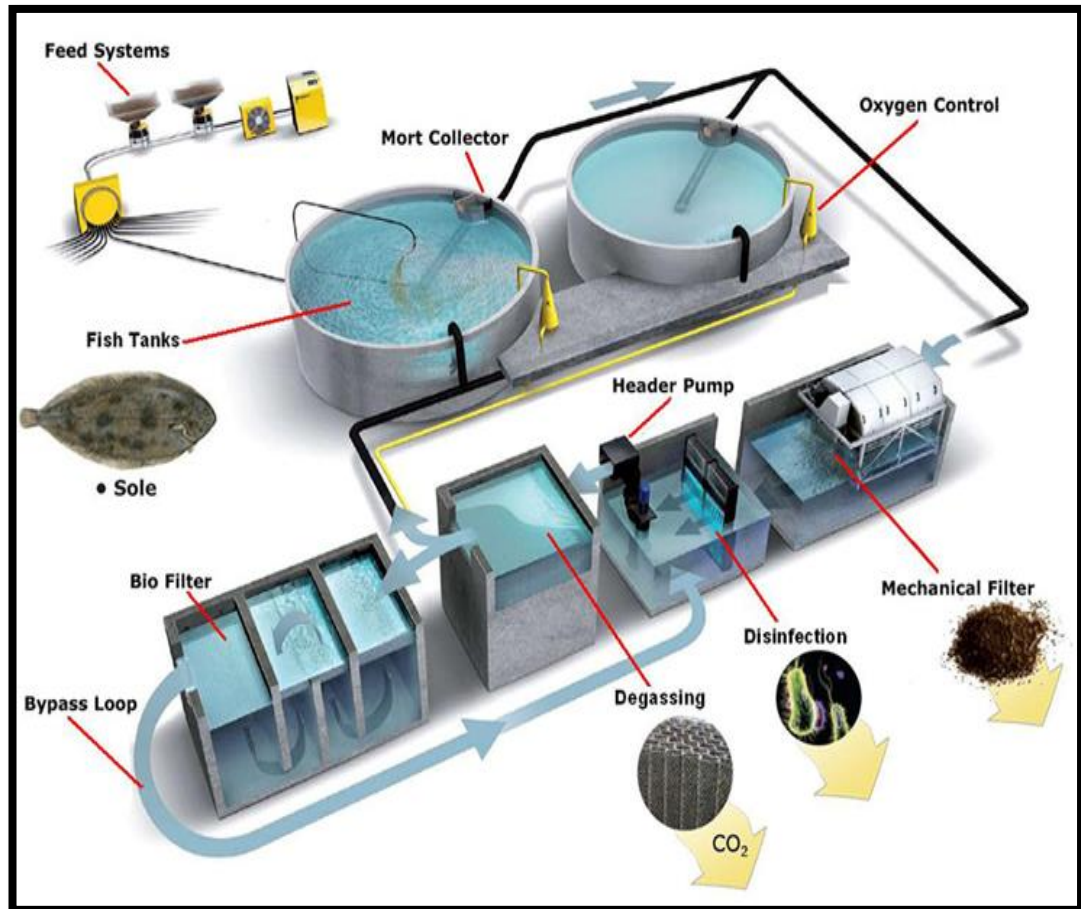
d) Desgasificación: El dióxido de carbono es el elemento más importante en la calidad del agua. Hasta hace poco, la mayoría de los sistemas eran generalmente de baja densidad (menos de

40kg/m³) y se basaban en la aireación como el medio principal de suministro de oxígeno. Por ello, hay relativamente poca información sobre los efectos crónicos de CO₂ en Sistemas de Recirculación Acuícola (Boyd y Watten, 1989).

e) circulación de agua: actualmente es una tecnología que permite el cultivo de peces a mayor densidad de cultivo. En los cultivos tipo RAS los parámetros fisicoquímicos del agua son controlados generando bienestar y buen desarrollo de los peces. Su funcionamiento radica en que el agua circula a través del sistema pasando por varias etapas de filtración y solo un pequeño porcentaje de ésta es reemplazado periódicamente (Everis, 2019).

Figura 1

Sistema de Recirculación de Agua



Nota: Hernández, (2020).

2.3 Definición de terminos

2.3.1 Acuicultura

Según el OESA, Observatorio Español de Acuicultura (2023), la intervención humana es fundamental para mejorar la producción y asegurar

que los organismos acuáticos puedan desarrollarse de manera eficiente y sostenible. Esto se puede lograr mediante el uso de tecnologías avanzadas como sistemas de recirculación de agua, que permiten reutilizar el agua de los tanques de cultivo, optimizando el uso de los recursos y reduciendo los impactos ambientales.

2.3.2 Aireador

Para la acuicultura intensiva es prudente mantener el agua entrante tan próxima como sea posible a la saturación total de OD (100 %), quiere decir a su máxima solubilidad a una dada temperatura (Egna y Boyd 1997).

2.3.3 Alimento balanceado

Mezcla de alimentos que contienen todos los ingredientes nutricionales necesarios para cada especie. (Benavides, 2012).

2.3.4 Biomasa

Se define como peso total de los organismos vivos o el peso total de una población de peces o un recurso pesquero (Guerra, 2000).

2.3.5 Densidad de una población

Es el número de individuos por la unidad de área habitada. (Codes y Espino, 2003).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Lugar de Experimentacion

El presente trabajo de Investigación, se realizó en las instalaciones de la piscigranja Municipal de Pichari, Provincia La Convención, región Cusco (figura 2); el cual cuenta actualmente con un centro piscícola para el cultivo de: Paco *Piaractus brachypomus*, Gamitana *Colossoma macropomum*, Boquichico *Prochilodus nigricans*, Sabalo *Prochilodus lineatus*, Paiche *Arapaima gigas*, Tilapia *Oreochromis niloticus* y camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii* nivel semi-intensivo, se localiza en las siguientes coordenadas.

Latitud = 12°31'11" S

Longitud = 73°49'46" O

Figura 2

Lugar de experimentación

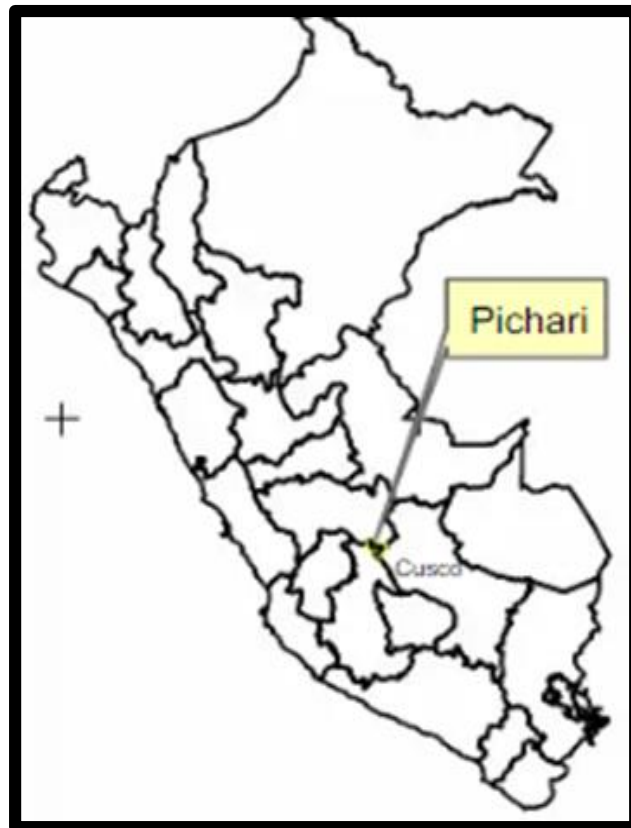


Nota: Elaboración propia

En las instalaciones se construyó un módulo, donde se acondiciono: 9 tanques circulares para el cultivo del paco *Piaractus brachypomus*, un sistema de recirculación de agua cerrada (RAS), sistemas de aireación, tanques de recolección de agua, un sistema de biofiltros para el tratamiento del agua de cultivo, y balanzas para el control biométrico de los peces, y una zona para el almacenamiento del alimento balanceado.

Figura 3

Ubicación del distrito de Pichari



Nota. Mapa Geográfico del Perú.

3.2 Tipo, diseño y nivel de Investigación

La investigación fue de tipo experimental y se utilizó el diseño experimental completamente aleatoria donde se empleó diferentes tratamientos, manipulando de forma intencional la variable independiente a través del cultivo del Paco *Piaractus brachypomus* en tanques con densidades poblacionales diferentes y se verificará como influyeron en su

crecimiento, en su factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia del proyecto.

De acuerdo al grado de profundidad en que se estudió el crecimiento (talla y peso) del Paco *Piaractus brachypomus* en diferentes densidades de cultivo, el trabajo a un nivel experimental, es un tipo de investigación con la que se alcanza describir una situación específica o un objeto de estudio y explicativo porque o está orientado a la comprobación de hipótesis causales; esto es, identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes) (Behar, 2008).

Tabla 1

Diseño experimental

Tratamientos	Repeticiones			Total
	R1	R2	R3	
T1	10	10	10	30
T2	20	20	20	60
T3	30	30	30	90
total	60	60	60	180

Nota: Elaboración propia

3.3 Operacionalización De Variables

3.3.1 Variable independiente

Densidad de Carga (kg/m^3)

3.3.2 Variable dependiente

- Tasa de Crecimiento peso (g) y talla (cm)
- Tasa de Supervivencia (%)
- Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

Tabla 2

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	DE
VI <i>Densidad carga poblacional</i>	de Población (número de peces, en una determinada área por un periodo de tiempo dado).	Estanque 1	10 peces/m ³	kg/ m ³	
		Estanque 2	20 peces/m ³	kg/ m ³	
		Estanque 3	30 peces/ m ³	kg/ m ³	
VD <i>Parámetros productivos</i>	Factores que determinan para la cría de Peces acuáticas.	Tasa de crecimiento	Biometría (peso, longitud)	cm, gr, kg	
		Factor de Conversión Alimenticia	Cantidad de alimento suministrado	Kg alimento/kg de pescado	
		Tasa de sobrevivencia	Número de individuos muerto por por estanque	% Peces vivos	

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Muestreo poblacional

La población estimada para la investigación, fue constituida por juveniles de Paco *Piaractus brachypomus*, de diferentes sexos. Los cuales fueron donados al proyecto de investigación por las asociaciones de productores acuícolas de semilla del distrito de Kimbiri.

El muestreo fue no probabilístico, en esta técnica de muestreo el investigador selecciono la muestra basada en un juicio subjetivo en vez de realizar la selección al azar, comúnmente es llevado a cabo mediante métodos de observación y se utiliza ampliamente en la investigación cualitativa y cuantitativa (Question Pro, 2021) la muestra consistió en 180 especímenes de paco *Piaractus brachypomus*. Obtenida de la población anteriormente indicada.

3.5 Materiales y Equipos

3.5.1 Material biológico

- 180 juveniles de Paco *Piaractus brachypomus*.

3.5.2 Materiales e Equipos

- Cámara fotográfica digital

1

• Video Cámara digital	1
• USB (Hp)	1
• Laptop (Hp)	1
• Cuaderno de apuntes	4
• Lapicero	2
• kit calidad de agua (HANNA HI3817)	1
• Balanza SF 400	1
• Blower (Gebiao 370 W 0,5 Hp)	1
• Bomba de Agua 1 Hp	1
• Tanques circulares de geomembrana	9
• Sistema Biofiltro	1
• Difusor de aire	9
• Mesas	2
• Baldes de 20 litros	6
• Mangueras 1" m	10
• Manguera de ½" m	10
• Ictiometro	2
• Carcal	1
• Tuberías de plástico de 1"	20
• Tubería de plástico de ½"	20
• Codos de 1" y ½"	20
• T de 1" y ½"	20
• Pegamento de tubo ¼"	1

3.5.3 Insumos

- Alimento balanceado (AQUAPRO) 40 kg. Alimento Balanceado de hundimiento lento para Paco de calibre 4 mm, color marrón, con características químicas: Proteína 35%, Grasa 15%, Humedad 12%, Fibra 3% y Cenizas 12%, marca AQUAPRO
- Peces juveniles 180 unidades
- Sal industrial sin yodo 10 kg

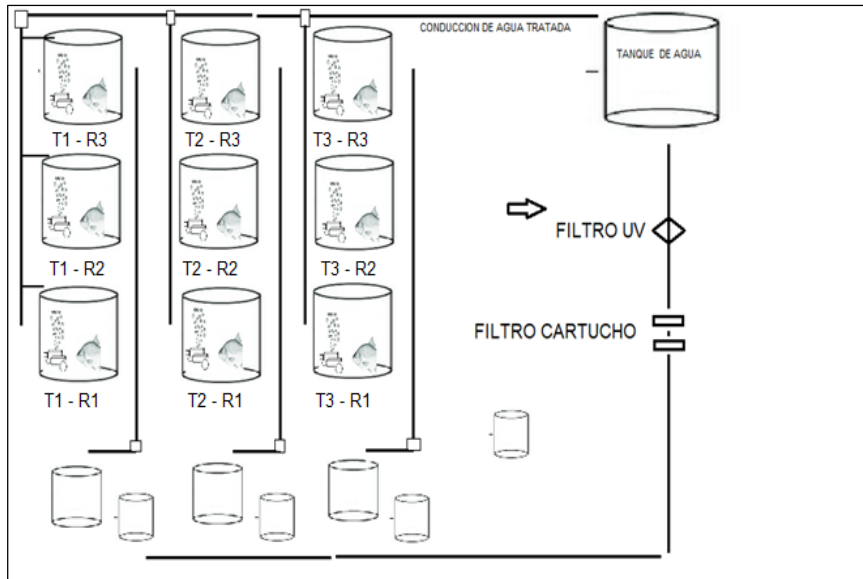
3.6 Metodología

3.6.1 Acondicionamiento de las unidades experimentales

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en 09 tanques, ubicados en piscigranja municipal de distrito Pichari, provincia la Convención del departamento de Cusco.

Figura 4

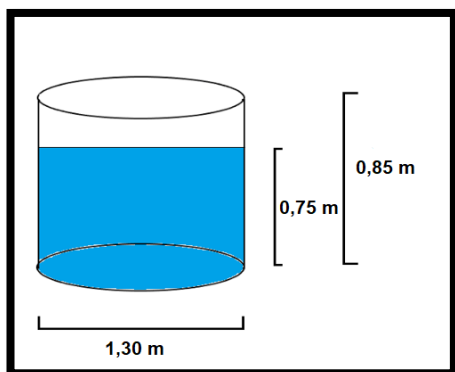
Distribución del Sistema de recirculación de agua



Nota: Elaboración propia

Figura 5

Dimensión de Tanque de geomembrana



Nota: Elaboración propia

3.6.2 Selección y transporte de juveniles de Paco

Los juveniles de paco que se utilizó para la investigación fueron adquiridos de la Piscigranja municipal de Kimbiri distrito de Kimbiri provincial la Convención región Cusco, previamente fueron puestas en un tanque de geomembrana de 4 m de diámetro y 1,20 m de altura, con la ayuda de una red de arrastre de ½ pulgada de cocada se utilizó para poder seleccionar los ejemplares requeridos para el experimento. Posteriormente se procedió a pesar y medir muestra del 100% del total de los ejemplares teniendo cuyo peso promedio fue de 54,8 g y longitud promedio de 12,9 cm (Ver Anexo 1), seguidamente se pusieron en tanques para su estudio.

3.6.3 Etapa experimental

Los juveniles del paco *Piaractus brachypomus* se inició con un peso promedio de 54,8 (g) y de longitud promedio de 12,90 (cm), se procedió a empezar con el experimento, de 3 tratamientos , con una densidad de siembra de 10; 20 y 30 peces/m³, (3 repeticiones por cada tratamiento), siendo nueve tanques (unidades experimentales), haciendo un total de 180 peces; en esta etapa se observó el comportamiento de los juveniles del Paco *Piaractus brachypomus* con respecto a cada tratamiento y se realizó el registro diario de temperatura hasta la culminación del experimento que duró 90 días

3.6.4 Muestreo biometrico

El muestreo biometrico (talla y peso) se realizaron en horas de la mañana, usando los materiales como balanza e ictiometro trabajandose el 100% de evaluaciones biométricas durante el periodo experimental, el control biométrico empezó sacando a todos los peces de los tanques con un chinguillo de 35 cm x 35 cm, colocándolos en una tina de 20litros para la medición del peso de los juveniles de del paco *Piaractus brachypomus* se usó una balanza gramera con precisión de 0,01 g, marca S Balanza SF 400 y para medir la longitud se usó un ictiómetro, y a su vez, se realizaba el registro correspondiente, formato elaborado para los muestreos de longitud y peso.

Una vez terminado la evaluación biométrica, se procedió a hacer una solución de agua con una concentración de sal de 8 g/l (baños profilácticos) en una tina, se pusieron a los peces por un tiempo de 10 segundos y luego se pusieron en otra tina con agua para posteriormente devolverlos a sus tanques, de la misma manera se procedió por cada unidad experimental.

3.6.5 Registro de parametros fisicoquimicos del agua

Durante la etapa del desarrollo del trabajo experimental se utilizó el termometro para medir la temperatura del agua y se registraron los parámetros fisicoquímicos, en cuanto al oxígeno disuelto, amonio y pH se evaluaron cada 15 días. La temperatura se registró diariamente en horas la mañana (08:00 horas y la tarde (16:00 horas).

3.6.6 Alimentación

El alimento que se suministró a los juveniles de Paco *Piaractus brachypomus* durante etapa experimental fue un alimento balanceado extruido de 35% de Proteína. La alimentación se les dio tanto en la mañana (08:00 horas) como en la tarde (16:00 horas) de acuerdo a la tabla de alimentación (Ver Anexo 12), pero, para realizar la biometría se suspendió 24 horas antes de realizar la biometría.

3.6.7 Indice zootecnico

a) Ganancia de peso (GP)

Es la ganancia de peso del pez al finalizar el proceso experimental.

$$\mathbf{GP = PF - PI}$$

Donde:

PF = Peso promedio final

PI = Peso promedio inicial

b) Ganancia de longitud (GL)

Es la ganancia en longitud del pez al finalizar el proceso experimental.

$$\mathbf{GL = LF - LI}$$

Donde:

LF = Longitud promedio final

LI = Longitud promedio inicial

c) Tasa de crecimiento específico (TCE)

Es el crecimiento del pez en un tiempo determinado.

$$\mathbf{TCE = \frac{\ln PF - \ln PI}{T} \times 100}$$

Donde:

PF = Peso promedio final

PI = Peso promedio inicial

T = Tiempo (días)

d) Factor de conversión alimenticia (FCA)

Es la cantidad de alimento que necesita un pez para producir un kilogramo de carne.

$$\mathbf{FCA = AC/BG}$$

Donde:

AC = Alimento consumido

BG = Biomasa ganada

e) Supervivencia

Es el porcentaje de peces al finalizar el proceso experimental en base a la cantidad de peces sembrados al inicio.

$$S (\%) = \frac{N^{\circ} Pf - N^{\circ} Pi}{N^{\circ} Pi} \times 100$$

Donde:

N° Pi = Numero de peces al inicio

N°Pf = Numero de peces al final

3.7 Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos en la investigación se registraron inicialmente en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su almacenamiento y para calcular los valores productivos del estudio. Posteriormente, se procedió a comparar todos los resultados. a través del análisis de varianza (ANOVA), Cuando se encontraron diferencias significativas, se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 95% de confianza.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Evaluación y Desarrollo de los Juveniles de Paco

La fase de experimentación tuvo una duración de 90 días, como se muestra en la (tabla 3) donde los pesos (g) iniciales y finales y las longitudes (cm) iniciales y finales no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos en el trabajo de investigación.

4.1.1 Crecimiento en talla (cm), nivel de significancia y análisis de varianza

En éste fase se combina los análisis de varianza y de regresión. La finalidad es hacer una mejor interpretación de los resultados del experimento especialmente cuando se relaciona con la naturaleza de los efectos de los tratamientos. En la tabla 3 se muestra la tallas iniciales y finales de los tres tratamientos fase experimental de los especímenes del trabajo de investigación, donde se obtuvo la talla promedio por cada tratamiento de T1 (12,70); T2 (12,60); T3 (13,40).

Tabla 3

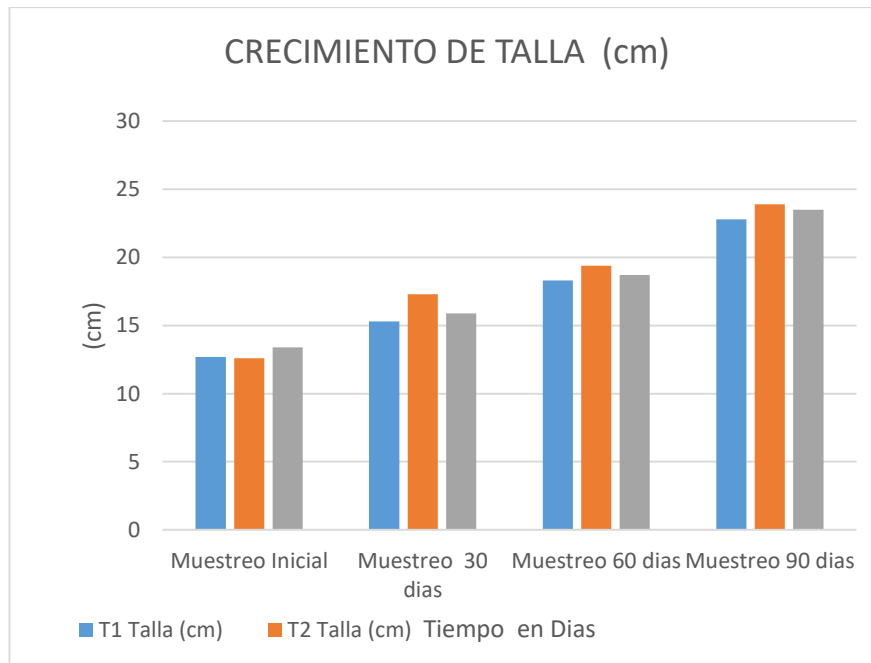
Crecimiento de talla en sistema de Recirculacion de agua

TRATAMIENTO	T1	T2	T3
VARIABLES / DÍAS	Talla (cm)	Talla (cm)	Talla (cm)
0	12,7	12,6	13,4
30	15,3	17,3	15,9
60	18,3	19,4	18,7
90	22,8	23,9	23,5

Nota: Elaboración propia

Figura 6

Crecimiento de talla en sistema de Recirculacion de agua



Nota: Elaboración propia

Tabla 4*ANOVA para Talla por Densidad*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	69 5672	2	34 7836	7,56	0,0007
Intra grupos	813 849	177	4 59802		
Total (Corr.)	883 417	179			

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 4, se puede evidenciar un P valor menor a 0,05, lo que implica que existen diferencias significativas entre los incrementos de las tallas de los peces en función a la densidad de estos dentro de sus estanques, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

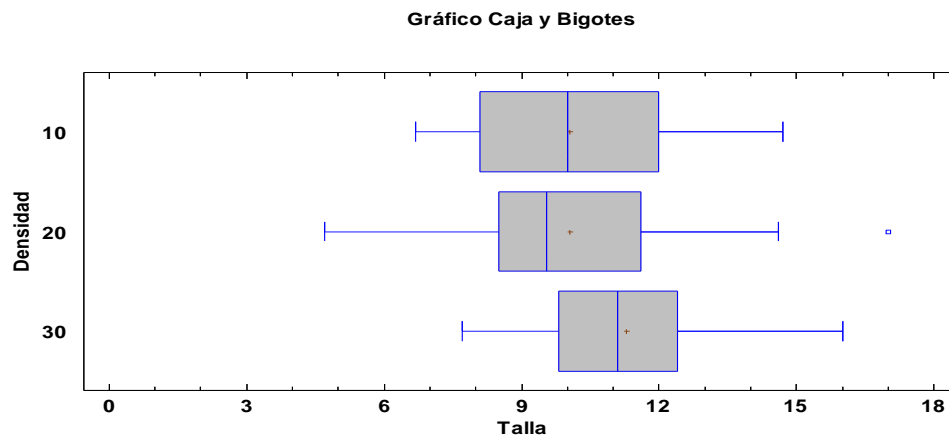
Tabla 5*Prueba de multiple rango para talla por densidad**Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD*

Densidad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	60	10 0417	X
10	30	10 0533	X
30	90	11 2889	X

Nota: Elaboración propia

Figura 7

Densidad vs talla en Sistema Recirculación de Agua



Nota: Elaboración propia

Se puede evidenciar en la Tabla 5 y Figura 7 que los peces en los estanques de 30 tuvieron un mayor incremento de talla, respecto a los estanques de 10 y 20, los cuales, a su vez, no tuvieron diferencias significativas.

4.1.2 Crecimiento en peso (g) nivel de significancia y Análisis de varianza

Al inicio de la fase experimental los especímenes del trabajo de investigación tuvieron un peso promedio por cada tratamiento de: T1 (54,1) T2 (54,8), T3 (55,6) y en cuanto al peso final que estos tuvieron al finalizar el experimento (90 días de duración) T1 (152,8), T2 (150,3), T3 (112,2)

Tabla 6

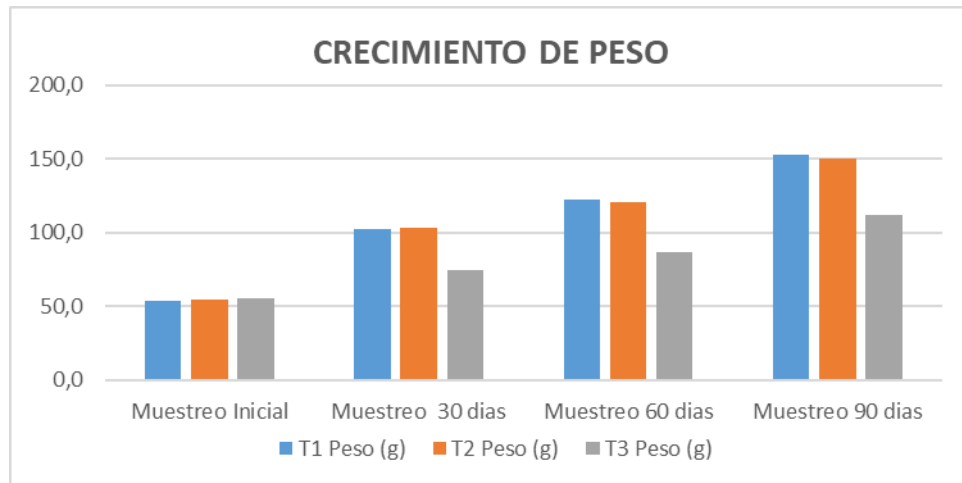
Crecimiento de peso en Sistema Recirculación de Agua.

TRATAMIENTO	T1	T2	T3
VARIABLES	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
Muestreo Inicial	54,1	54,8	55,6
Muestreo 30 días	102,4	103,6	74,5
Muestreo 60 días	122,7	120,3	87,0
Muestreo 90 días	152,8	150,3	112,2

Nota: Elaboración propia

Figura 8

Crecimiento de Peso en Sistema Recirculación de Agua



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7*ANOVA para Peso por Densidad*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	69 159,8	2	34 579,9	80,06	0,0000
Intra grupos	76 452,2	177	431,933		
Total (Corr.)	145 612.	179			

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 7, se puede evidenciar un P valor menor a 0,05, lo que implica que existen diferencias significativas entre los incrementos de los pesos de los peces en función a la densidad de estos dentro de sus estanques, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 8*Prueba de multiple rango para peso por densidad*

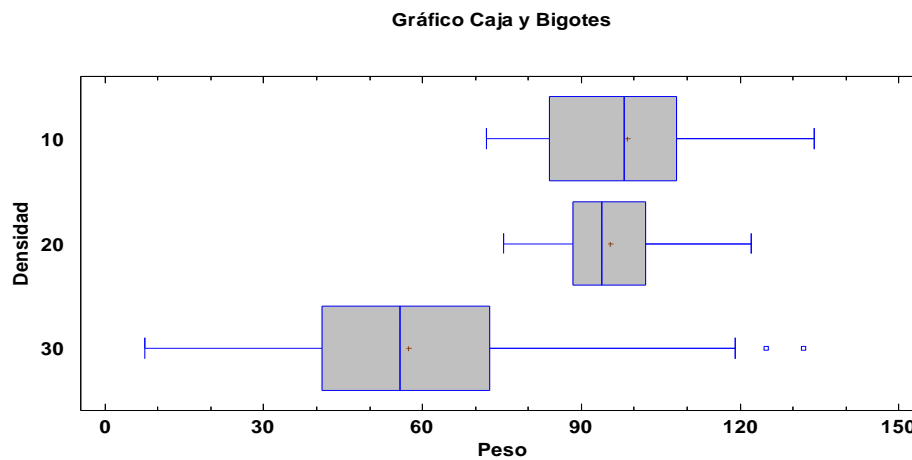
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
30	90	57,4	X
20	60	95,51	X
10	30	98,61	X

Nota: Elaboración propia

Figura 9

Densidad vs Peso en Sistema Recirculación de Agua



Nota: Elaboración propia

Se puede evidenciar en la Tabla 8 y Figura 9, que los peces en los estanques de 10 y 20 tuvieron un mayor incremento de peso, respecto a los estanques de 30, mostrándose una diferencia significativa.

4.1.3 Factor de conversión alimenticia (FCA)

En el trabajo de investigación los factores de conversión de alimento (FCA) promedio se obtuvieron en los juveniles de paco *Piaractus brachypomus* de cada tratamiento, así como se muestran en la tabla 6 y figura 9; **T1 (1,06), T2 (1,09), T3 (1,38)**. Siendo el menor valor de 1,06 para el T1.

Tabla 9

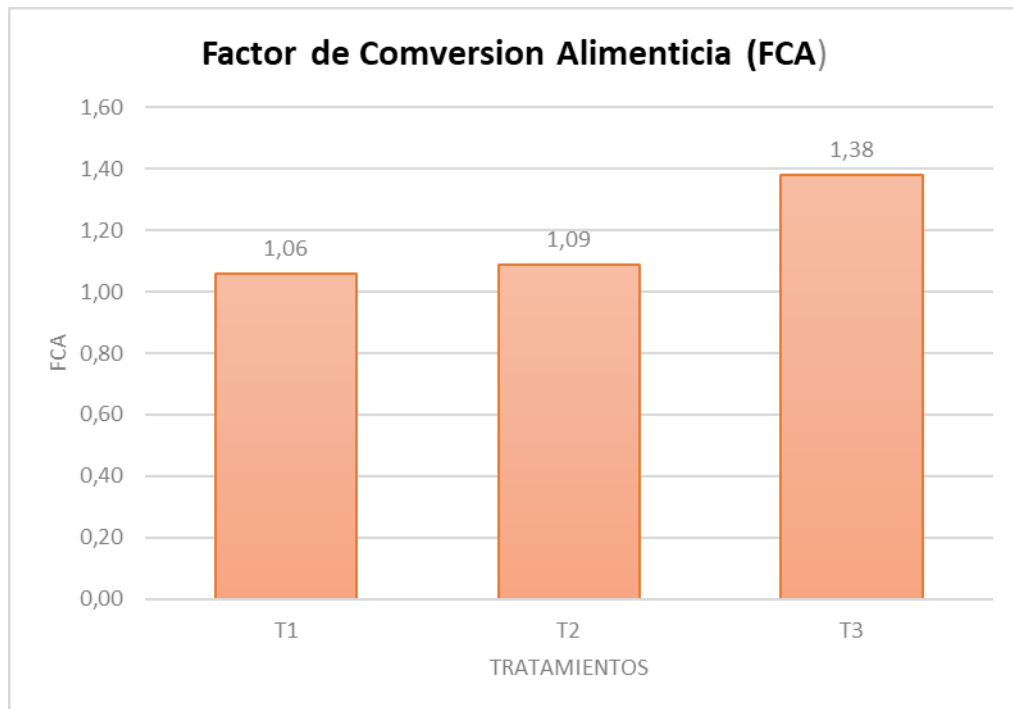
Factor de conversión alimenticia (FCA)

tratamiento	N° peces	Peso Promedio inicial (g)	Peso Promedio final (g)	Biomasa inicial total (Kg)	Biomasa Final total (Kg)	biomasa total ganado kg	Total, de alimento Acumulado día 1 al día 90 (Kg)	FCA
T1	10	54,1	152,8	0,541	1,524	0,983	1,039	1,06
T2	20	54,8	150,3	1,096	3,006	1,910	2,079	1,09
T3	30	55,6	112,1	1,668	3,366	1,698	2,340	1,38

Nota: Elaboración propia

Figura 10

Factor de conversión alimenticia (FCA)



Nota: Elaboración propio

4.1.4 Supervivencia

Durante toda la fase de experimentación no se presentó un escenario de mortandad, teniendo una supervivencia del 100% en los especímenes de todas las unidades experimentales, así como se muestra en la tabla 11 y figura 11.

Tabla 10

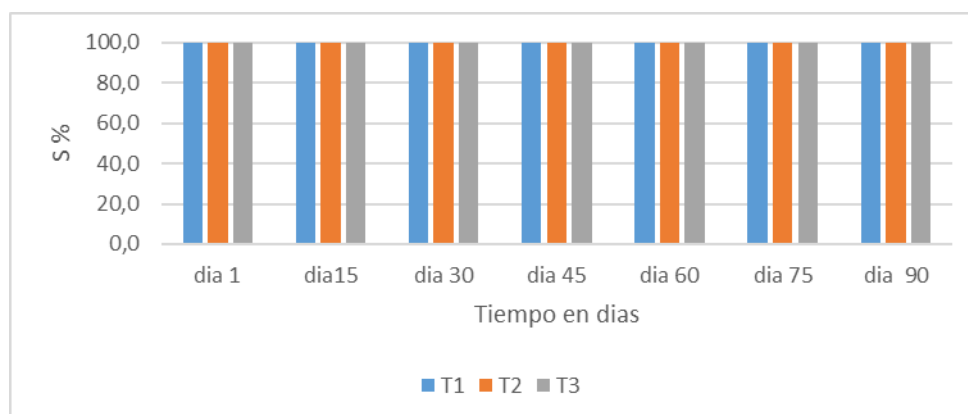
Supervivencia en un sistema de recirculación de Agua.

DIAS	T1	T2	T3
1	100 %	100 %	100 %
15	100 %	100 %	100 %
30	100 %	100 %	100 %
45	100 %	100 %	100 %
60	100 %	100 %	100 %
75	100 %	100 %	100 %
90	100 %	100 %	100 %

Nota: Elaboración propia

Figura 11

Supervivencia en un sistema de recirculación de agua.



Nota: Elaboración propia

4.2 Factores fisicoquímicos del agua

4.2.1 Temperatura del agua

Durante la fase de experimentación, como se observa en la tabla 8 y figura 11, la temperatura del agua se mantuvo entre los rangos aceptables para la crianza de los juveniles de paco *Piaractus brachypomus* el registro de temperatura se realizó antes de la alimentación, teniendo un valor mínimo de 27,8°C y máximo de 28,9°C.

Tabla 11

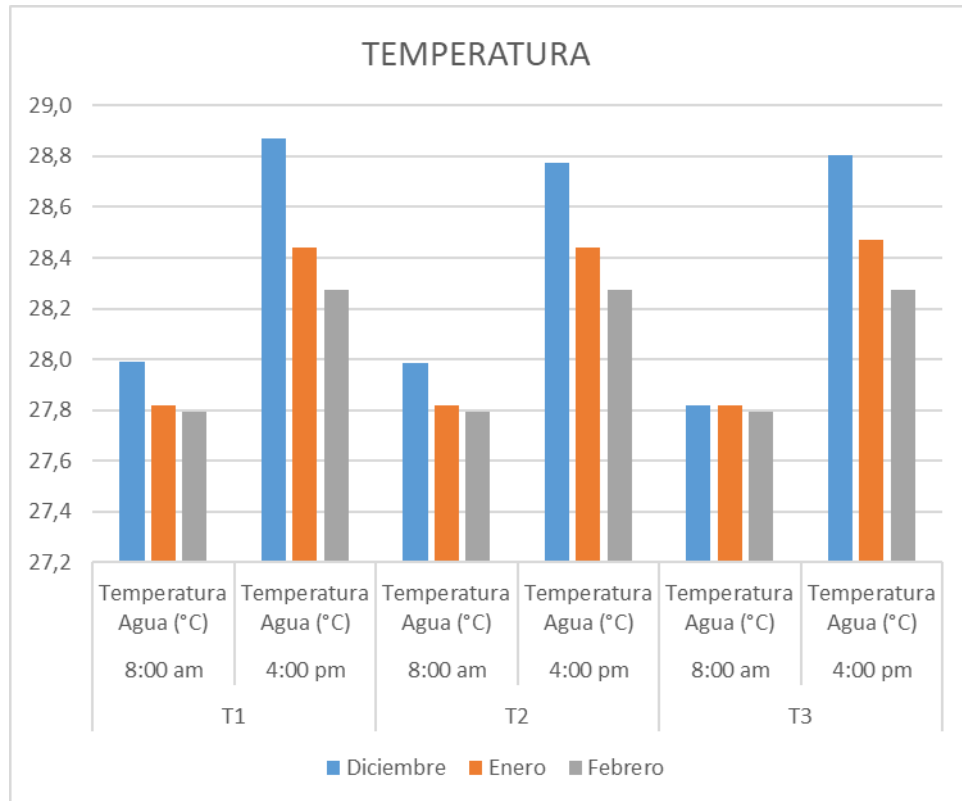
Temperatura de agua

TRATAMIENTO	T1	T2		T3		
HORA	08:00 am	04:00 pm	08:00 am	04:00 pm	08:00 am	04:00 pm
MESES	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Agua (°C)
Diciembre	28,0	28,9	28,0	28,8	27,8	28,8
Enero	27,8	28,4	27,8	28,4	27,8	28,5
Febrero	27,8	28,3	27,8	28,3	27,8	28,3

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Temperatura de agua



Nota: Elaboración propia

4.2.2 Potencial de hidrogeniones (pH)

El pH del agua registrado en el presente trabajo presenta un valor máximo de 8,1 y mínimo de 8,0; como se observa en la tabla 9 y figura 12.

Tabla 12

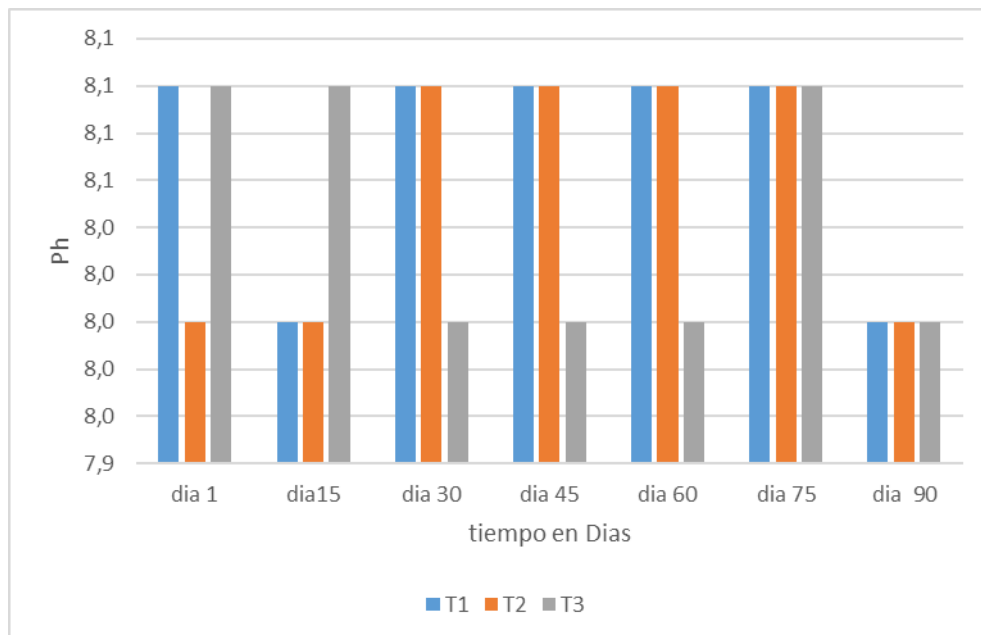
Potencial de hidrogeniones (pH.)

DIAS	T1	T2	T3
día 1	8,1	8,0	8,1
día15	8,0	8,0	8,1
día 30	8,1	8,1	8,0
día 45	8,1	8,1	8,0
día 60	8,1	8,1	8,0
día 75	8,1	8,1	8,1
día 90	8,0	8,0	8,0

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Potencial de hidrogeniones (pH)



Nota: Elaboración propia

4.2.3 Oxígeno disuelto (O₂)

Los rangos de oxígeno disuelto del agua que se registraron fueron: mínimo de 7,8 y máximo de 8,0, como se observa en la tabla 10 y figura 13.

Tabla 13

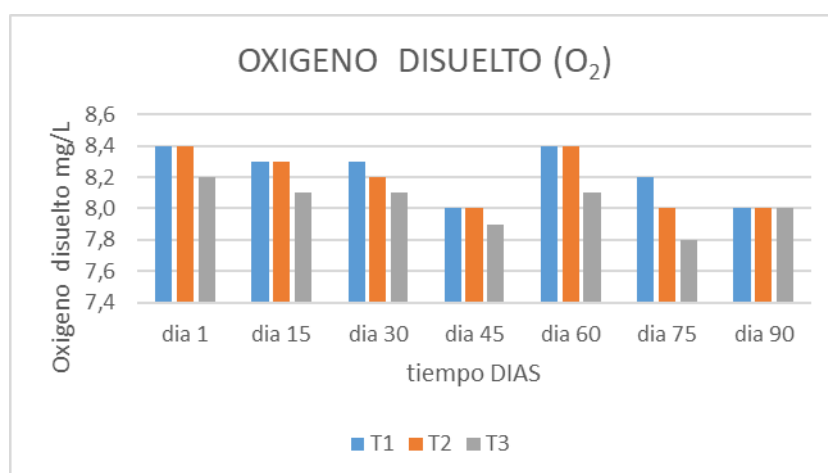
Oxígeno disuelto (O₂)

DIAS	OXIGENO DISUELTO mg/L		
	T1	T2	T3
1	8,4	8,4	8,2
15	8,3	8,3	8,1
30	8,3	8,2	8,1
45	8,0	8,0	7,9
60	8,4	8,4	8,1
75	8,2	8,0	7,8
90	8,0	8,0	8,0

Nota: Elaboración propia

Figura 14

Oxígeno Disuelto (O₂)



Nota: Elaboración propia

4.2.4 Amonio (NH₄) y nitritos (NH₂)

Los valores de Amonio (NH₄) y nitritos (NO₂) del agua que se registraron fueron: mínimo Amonio de 0,1 ppm y máximo de 0,2 ppm y de nitritos, mínimo de 0,5 ppm y máximo de 1 ppm como se observa en la (tabla 11) y (figura 14).

Tabla 14

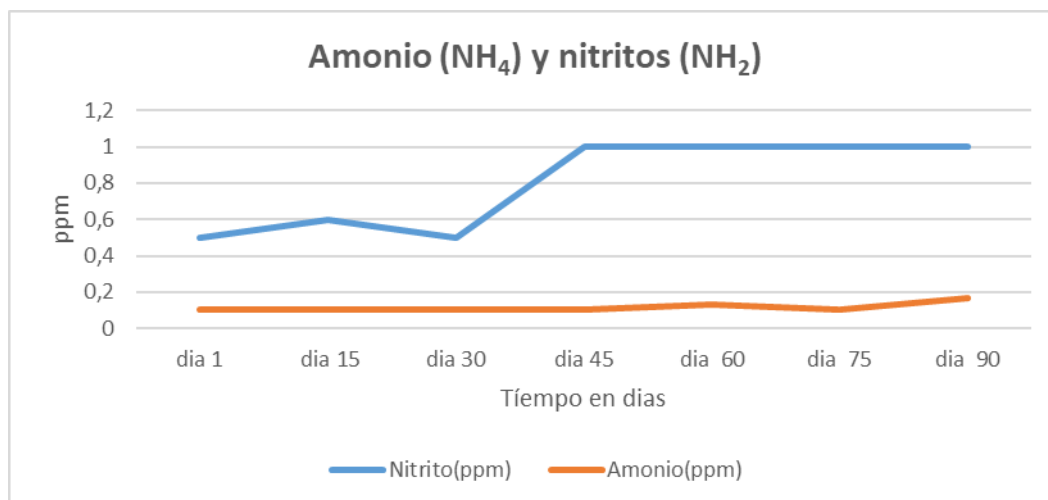
Amonio (NH₄) y nitritos (NH₂)

Parámetros	día 1	día 15	día 30	día 45	día 60	día 75	día 90
Nitrato(ppm)	0,5	0,6	0,5	1	1	1	1
Amonio(ppm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

Nota: Elaboración propia

Figura 15

Amonio (NH₄) y nitritos (NH₂)



Nota: Elaboración propia

CAPITULO V

DISCUSIONES

Los resultados registrados en las poblaciones juveniles de paco en un sistema de recirculación de agua, en lo que respecta a la talla, fueron más producto del tiempo de evaluación que de las densidades. Sin embargo, las densidades tuvieron un efecto significativo en el peso de los juveniles de paco. Los resultados obtenidos muestran que las densidades de cultivo (peces/m³) ofrecen ventajas competitivas respecto al tiempo de crianza, mostrando diferencias en cuanto al crecimiento en los tratamientos. Al respecto, Poleo et al, (2011), indica que tuvieron una conversión alimenticia de $1,6 \pm 0,07$, una densidad final de $12,13 \pm 1,12$ kg/m³ y un peso final de $446,5 \pm 10$ g. el presente trabajo está en mejores condiciones de conversión alimenticia que lo establecido por dicho autor. Por otro lado, Valencia, (2016) para un trabajo de investigación paco *Piaractus brachypomus* da como resultado como conversión alimenticia de (1,62 a 2,40) y de supervivencia de 60 a 100%, valores que difieren a los obtenidos en el presente trabajo de 1,506 a 1,236 y de 100% respectivamente. Con lo que respecta a la densidad de cultivo, el presente trabajo se aproxima a los valores reportados Cuvier, (1998). Se empleó. un diseño aleatorio de bloques completos con tres procedimientos: T1 = 10 alevinos por cada m², T2 = 15 alevinos por cada m² y T3 = 20 alevinos por cada m²,

tratamientos T1, T2 y T3: peso final medio de 21,94 g, 20,79 g y 23,49 g, en relación a sus respectivos pesos; final medio de 10,12 cm, 10,0 cm y 10,34 cm. Asimismo Badillo et al, (2021), indica que para *Dormitatio latifron*, manifiesta que al final del experimento no se encontraban diferencias en el crecimiento y supervivencia entre diferentes densidades de crianza de 20, 40, 60 y 80 organismos/m³ no encontrados diferencias entre el crecimiento y supervivencia entre las diferentes densidades.

Acerca del contenido de porcentaje de supervivencia en *Piaractus brachypomus* fue de 98,68%, 97,45% y 89,82%, respecto a nuestro trabajo el resultado fue el 100% en los tres tratamientos tal como lo manifestado (Rebaza C. y Villafana E. 2022). En lo que respecta a la temperatura tuvo como mínimo 27,3 °C y máximo 28,0 °C, valores sercanos a lo indicado por FONDEPES (2014). para cultivo de peces tropicales.

CONCLUSIONES

1. En efecto el crecimiento productivo de talla y peso en el presente trabajo de investigación se ha podido apreciar que habido diferencia significativa entre T1 con una densidad de 10 peces/m³ y lo otro que es el T3 con una densidad de 30 peces/m³. Durante los 90 días que duró la parte experimental el mejor resultado obtenidos en crecimiento de talla fue el tratamiento T3 con 23,9 cm y en cuanto al peso fue el T1 con 152,8 gramos.
2. Luego de haber sometido en la parte experimental el mejor resultado y que tuvo mejor factor de conversión de alimento (FCA) o la mejor conversión de carne fue el Tratamiento (T1) con 1,06 que significa que se gastó 1,06 kilos de alimento para obtener 1 kilo de carne de *Piaractus brachypomus*.
3. La supervivencia en Paco *Piaractus brachypomus* tiene que ver mucho con Los parámetros físicos químicos del agua registrados durante el Desarrollo del experimento, en un sistema de recirculación de agua los factores físicos y químicos fueron favorable para el cultivo del *Piaractus brachypomus*, temperatura entre 27,8 – 28,9 °C, pH 8,0 - 8,1; oxígeno 7,8 – 8,0 mg/litro y amoníaco menores a 0,2 mg/litro por ellos la supervivencia es de 100% no hubo problema de mortalidad.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a los tesisistas de la carrera de Ingeniería Pesquera o carreras afines de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann que elaboren investigaciones con especies amazónicas con el fin de reducir los tiempos de cultivo, mejorar los factores de conversión de alimento y disminución de los costos de producción.
2. Se recomienda hacer más investigaciones con la especie Paco *Piaractus brachypomus* para obtener mayores informaciones técnicas que ayude a mejorar su cultivo y que será aportes de mayor interés para los piscicultores.
3. Se recomienda hacer investigaciones con la especie Paco *Piaractus brachypomus* costos de producción con el propósito de reducir costos, así como también elaborar un alimento específico para la especie con todos sus requerimientos nutricionales para sus diferentes etapas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, D., y Farfán, E., (2013). *“Policultivo en dos densidades de siembra de Piaractus brachypomus “paco” y Oreochromis spp. (o. nilótica var. stirling o. aureus) “tilapia híbrida” en estaqueos seminaturales”*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ciencias Biológicas Departamento Académico de Pesquería y Zoología.

Ancajima, M., (2018): *“Efecto de dos densidades sobre el crecimiento de Oreochromis niloticus “tilapia nilótica” en segundo alevinaje, Curumuy”*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Piura. Piura-Perú. Obtenido el 20 de octubre del 2024 de:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_76784c4a989a98f841c5ac4de066a6

Araujo-Lima, C. (1997) *“so fruitful a fish: ecólogo, conservación, ande acuacultura of the Amazons tambaqui”*. Columbia university presa, New York”.

Behar, D. (2008). *“Metodología de la Investigación”*. Edición A. Rubeira. ISBN 978-959-212-783-7 Editorial Shalom 2008.

Benavides L. (2012). *“Evaluación del efecto del biofloc en la producción de alevinos cachama blanca Piaractus*

Brachypomus, en condiciones de laboratorio". [Pasto, Colombia]: Universidad de Nariño; 2012.

Boyd A., y Claude, T. (2022). "*Tasa de Conversión Alimenticia y los Beneficios de Reducirla.*" Professor Emeritus School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences Auburn University, Auburn, AL 36849.

Boyd, C. y Watten, B. (1989) "*Aeration systems in aquaculture*". Critical Reviews in Aquatics Sciences 1: 425-272.

Badillo-Zapata D, Musin GE, Palma-Cancino DJ, Guerrero-Galván SR, Chong-Carrillo O, Vega-Villasante F (2021) *Total or partial replacement of fish meal with soybean meal in the diet of the Pacific fat sleeper Dormitator latifrons juveniles*. Latin American Journal of Aquatic Research 49: 40-47.

Catillo, C. (2004) "*influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de Piaractus brachypomus. "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales*"

CEPAC (2011), Centro de Estudios y Patrimonio Cultural "*Alimentos balanceados comerciales para acuicultura*".

Codes, R. y Espino, F. (2003). "*Diccionario Akal de términos biológicos*". Eleanor Lawrence. Madrid, España; 2003. Obtenido el 10 de octubre del 2024 de:

<https://es.slideshare.net/ultramol/diccionario-de-terminos-biologicos>.

Collazos, L., Ueno, M., Arias, J., y Arana, L. (2021) "*Desempeño de larvas y juveniles de Piaractus orinoquensis cultivados a diferentes densidades en sistemas con tecnología biofloc TBF*". Rev.Bio. Agro vol.19 no.2 Popayán July/Dec. 2021 Epub June 30, 2021. Universidad los Llanos, Colombia.

Cuvier, G. (1998). "*Sur les poissons du sous-genre Myletes*." Mémoires du Musée de L'Histoire Naturelle, Paris 4:444–56.

Egna, S. y Boyd, T. (1997). "*Dynamics of pond Acuicultura*". Ed CRC PRESS. EEUU.

Everis. F. (2019). *¿Por qué invertir en los sistemas de recirculación en acuicultura (RAS)?* Obtenido el 22 de noviembre de 2024, de <https://everisingeneria.com/servicio/acuicultura-y-acuarios/>

FAO, (2024). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "*El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024*". Obtenido el 12 de Diciembre del 2024 en <http://www.fao.org/FOCUS/S/fisheries/nutr.htm>

Fernández, J. Lochmann, R. y Alcántara, F. (2004). "*Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet*

ingredients for pacu Piaractus brachypomus". Journal of the World Aquaculture Society, 35:237–244.

FONDEPES (2014). Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero "*Manual de la Gamitana. Dirección General de Capacitación y Desarrollo Técnico en Acuicultura*". Segundo edición. Octubre del 2014.

Guerra, H. (2000). "*Cultivo y procesamiento de peces nativos*": una propuesta para la Amazonía peruana. Perú. Pp.10 - 20.

Gómez, B. (2014). "*Efecto de tres niveles de densidad (peces/m²) en el período de juveniles a adultos de tilapia (Oreochromis niloticus) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – 2013*"

Hernández, M. (2020). "*Sistemas de recirculación. Acuicultura sostenible*". Veterinaria digital.

Jiménez, A. (2007). "*Sistema de recirculación en acuicultura: una visión y retos diversos para Latinoamérica*". Obtenido el 15 de octubre del 2024 de: http://www.industriaacuicola.com/PDFs/Sistemas_de_recirculacion.pdf

Libey, G. (1993). "*Evaluation of a drum filter for removal of solids. In J.K. Wang*", editor. Techniques for modern acuicultura". American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.

- Lossordo, T. Masser M. y Rakocy J. (1992), "*Recirculate Aquaculture Tanks. Production system: an overview of critical considerations principles of biofiltration*". Southern Regional Acuicultura Center. Fact. Sheth 451.
- Loubens, G., (2001). "*Biología de *Piaractus brachipomus* (Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne)*". Ichthyol. Explor. Freshwaters. 12: 51-64
- Loubens, G. & J. Panfili. 1997. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei : Serrasalminidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). Ichthyol. Explor. Freshwaters,8(1) 1-22pp.
- Lauzanne, L. y Loubens, G. (1985). "*Peces del río Mamoré*". Orstom-Cordebeni-UTB.
- MINAM (2018) Ministerio del Ambiente "*Peces de Consumo de la Amazonía peruana*" Revista de Investigación Concytec.
- Martínez, M. (1984). "*El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América Latina*". FAO. Serie RLAC/84/41 – PESS. Santiago, Chile. 47.
- OESA (2023) Observatorio Español de Acuicultura "*Uso de tecnologías avanzadas en acuicultura*". Obtenido el 18 de octubre del 2024 de: <https://www.observatorio-acuicultura.es/>

- Poleo,G., Aranbarrio, J. Mendoza, L. y Romero, O. (2011). "*Cultivo de Cachama blanca en altas densidades y en 2 sistemas cerrados*". Pesquisa Agropecuaria Brasileira · April 2011.
- Question Pro (2021). "*Muestreo no probabilístico*": definición tipos y ejemplos, obtenido el 5 de octubre del 2024 de: <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-no-probabilistic/>.
- Roubach, T. (1994). "*Use of fruit and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with Colossoma macropomum*" (Pisces, Characidae). J. Appl. Ichthyol. 10. 134-140.
- Rebaza, C., Villafana. (2022). "*Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de Piaractus brachypomus*". Folia Amazónica, 13, 1-2. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v13i1-2.142>
- Ramos A. (2019), "*Evaluación de la ganancia de peso en distintas fases de desarrollo del tambaquí (Piaractus brachypomus) con una ración a base de insumos locales y dos diferentes raciones comerciales de alimento balanceado en la comunidad buena vista municipio palos blancos*" – la paz 2019

Saavedra M., (2006) *“Manejo del cultivo de tilapia. Documentación. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Acuáticos”*
Managua.

Valencia J. (2016) *“Comparación de densidades de cultivo del paco *Piaractus brachypomus* utilizando el suplemento probiótico e-m”, sede Ucayali Perú*

Villafana, E.; Rebaza, M.; y Deza, S. (2002). *“Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. (paco) en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales”*. Folia Amazónica, 13 (1-2): 122 – 134.

Woynarovich, A. (1998). *“Guía detallada para la producción de alevines de Gamitana, paco y caraña”*. Edición fondo nacional de desarrollo pesquero FONDEPES. Lima - Perú. Pp. 7 - 41.

ANEXOS

Anexo 1. obtención de juveniles de paco *Piaractus brachypomus*



Anexo 2. empaque de juveniles de paco *Piaractus brachypomus*



Anexo 3. Aclimatación de juveniles de paco *Piaractus brachyomus*



Anexo 4. ictiometro y balanza digital para realizar el Muestreo



Anexo 5. Acondicionado del tanque almacenamiento de agua



Anexo 6. muestreo biometrico juveniles de paco



Anexo 7. Racionamiento del alimento balanceado



Anexo 8. Alimento balanceado para etapa juvenil.



Anexo 9. Carcal



Anexo 10. Blowers



Anexo 11. tabla de alimentación de Aqua pro para especies tropicales



TABLA DE ALIMENTACION

ALIMENTO	CALIBRE (mm)	Peso pez (g)	Temperatura del agua (°C)						Frecuencia de alimentación diaria (veces)
			22	24	26	28	30	32	
			Tasa de alimentación (% de biomasa diaria)						
GAMITANA Pre-Inicio	0.3 mm	0.10 a 0.50	10.50	10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	Ad libitum
GAMITANA 28 Inicio	2 mm	0.5 a 5	7.70	8.70	9.30	9.70	10.20	10.70	6
		5 a 10	6.50	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	6
		10 a 20	5.80	6.70	7.10	7.60	8.00	8.50	4
		20 a 50	5.10	5.70	6.20	6.50	6.90	7.50	4
GAMITANA 25 Crecimiento	4 mm	50 a 100	3.30	3.60	3.90	4.00	4.30	5.00	3
		100 a 250	3.10	3.40	3.60	3.80	4.00	4.30	3
		250 a 300	2.50	2.60	2.65	2.80	2.90	3.00	3
	6 mm	300 a 400	2.20	2.30	2.40	2.60	2.60	2.70	2
		400 a 500	2.10	2.20	2.40	2.40	2.45	2.50	2
GAMITANA 20 Engorde	10 mm	500 a 600	1.80	1.90	2.00	2.05	2.10	2.10	2
		600 a 800	1.70	1.80	1.9	2.00	2.00	2.00	2
		>800	3.30	1.70	1.90	1.90	1.90	1.90	2

Anexo 12. Cálculo estadístico para Talla y peso

Tabla ANOVA para Talla por Densidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	69,5672	2	34,7836	7,56	0,0007
Intra grupos	813,849	177	4,59802		
Total (Corr.)	883,417	179			

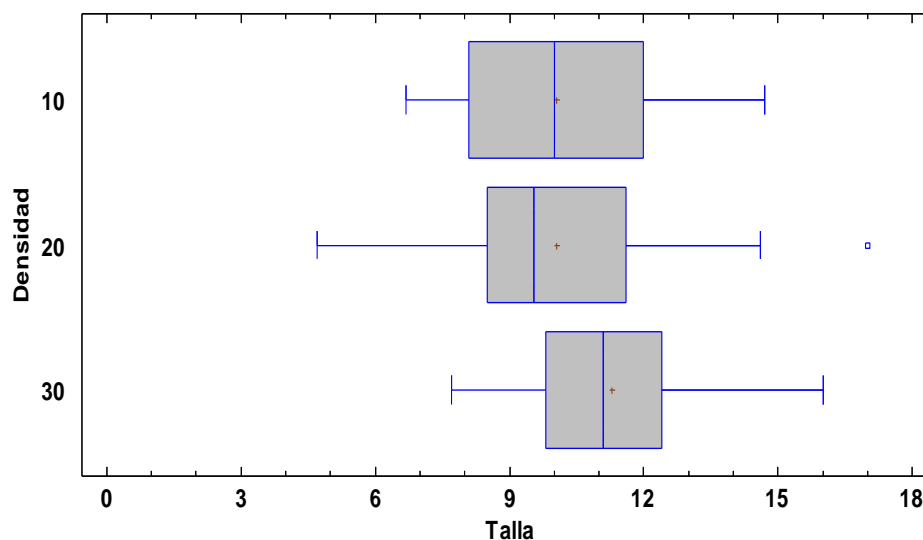
En la Tabla se puede evidenciar un P valor menor a 0,05, lo que implica que existen diferencias significativas entre los incrementos de las tallas de los peces en función a la densidad de estos dentro de sus estanques, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Pruebas de Múltiple Rangos para Talla por Densidad

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Densidad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	60	10,0417	x
10	30	10,0533	x
30	90	11,2889	x

Gráfico Caja y Bigotes



Se puede evidenciar en la Tabla y Figura que los peces en los estanques de 30 tuvieron un mayor incremento de talla, respecto a los estanques de 10 y 20, los cuales, a su vez, no tuvieron diferencias significativas.

Tabla ANOVA para Peso por Densidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	69159.8	2	34579,9	80,06	0.0000
Intra grupos	76452.2	177	431,933		
Total (Corr.)	145612.	179			

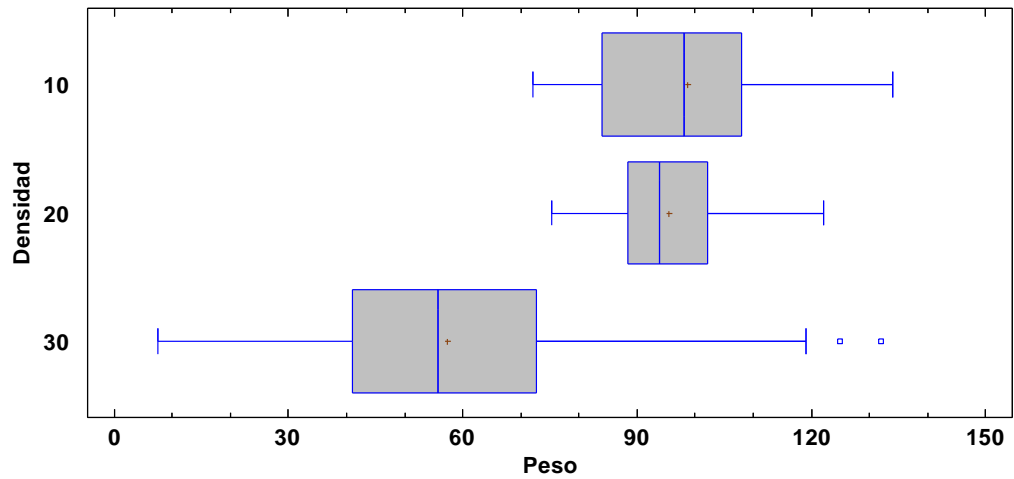
En la Tabla se puede evidenciar un P valor menor a 0,05, lo que implica que existen diferencias significativas entre los incrementos de los pesos de los peces en función a la densidad de estos dentro de sus estanques, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Pruebas de Múltiple Rangos para Peso por Densidad

Método: 95.0 porcentaje LSD

Densidad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
30	90	57.4	X
20	60	95.5183	X
10	30	98.61	X

Gráfico Caja y Bigotes



Se puede evidenciar en la Tabla y Figura que los peces en los estanques de 10 y 20 tuvieron un mayor incremento de peso, respecto a los estanques de 30, mostrándose una diferencia significativa.

Anexo 13. Control incremento de talla

Nº	Incrementos de talla		
	T1: Densidad 10	T2: Densidad 20	T3: Densidad 30
1	10,5	9,1	10,7
2	8,7	13,7	8,6
3	12	11,6	9,1
4	10,2	11,3	13,1
5	8,1	12,3	9,1
6	14,7	12,1	8,7
7	7,7	10	9,1
8	13,5	9,3	10,9
9	11	14	7,9
10	8	12,5	10,1
11	12	10,5	9,1
12	8	13	7,7
13	8,2	10,5	10,9
14	12	12,5	7,7
15	8	11,5	12,1
16	8.2	9,5	12
17	6,7	9,1	12,3
18	8	17	10,1
19	13	11	13
20	10	12,6	15,3
21	10	11,5	13,8
22	11	12	11,8
23	14	14,6	11,3
24	8,7	7,6	11,6
25	10	13,1	15
26	8,5	11,6	14,8
27	9,2	6,6	15,3
28	10	8,1	10,6
29	7,5	11,6	15,3
30	14,2	8,4	16
31	-	7,6	10,9
32	-	9,6	8,9
33	-	7,9	9
34	-	9,5	11,1
35	-	9,4	7,9
36	-	8,9	11
37	-	9,5	9,3
38	-	11,5	9,8
39	-	9,1	11
40	-	5,6	10,1
41	-	11,6	11,3
42	-	9,9	11,9
43	-	6,7	8,9

44	-	4,7	11,1
45	-	7,2	11,1
46	-	10,9	11,1
47	-	13,1	12,3
48	-	9,1	14,4
49	-	9,1	12,9
50	-	6,7	9,3
51	-	5,7	13,8
52	-	8,1	10,1
53	-	8,1	11,7
54	-	8,7	12
55	-	9,1	9
56	-	8,6	12,4
57	-	8,6	11,5
58	-	9,6	9,5
59	-	12,1	8,8
60	-	8,1	11,5
61	-	-	9,1
62	-	-	13
63	-	-	11,5
64	-	-	10
65	-	-	13,1
66	-	-	9,1
67	-	-	11,6
68	-	-	12,6
69	-	-	10,7
70	-	-	9,7
71	-	-	12,2
72	-	-	12,3
73	-	-	10,9
74	-	-	12,8
75	-	-	10,7
76	-	-	9,8
77	-	-	10,9
78	-	-	12,9
79	-	-	14
80	-	-	11,2
81	-	-	14
82	-	-	10,6
83	-	-	12,4
84	-	-	12
85	-	-	10,2
86	-	-	13,3
87	-	-	10,8
88	-	-	11,2
89	-	-	14
90	-	-	12,8