

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**“EFECTO DE DIFERENTES PERÍODOS DE AYUNO,
COMO UNA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN
SOBRE EL CRECIMIENTO COMPENSATORIO
DEL ACARAHUAZÚ (*Astronotus ocellatus*),
EN ETAPA JUVENIL, EN JAULAS
FLOTANTES EN LA REGIÓN DE
HUÁNUCO, 2021”**

TESIS

Presentada por:

Bach. Axel Alonso Flores Dueñas

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

TACNA – PERÚ

2023

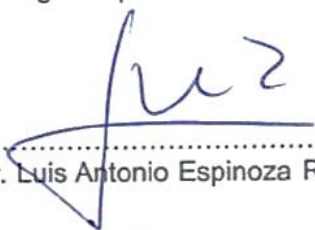



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

TESIS:

“EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE AYUNO, COMO UNA
ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO
COMPENSATORIO DEL ACARAHUAZÚ (*Astronotus ocellatus*),
EN ETAPA JUVENIL, EN JAULAS FLOTANTES EN
LA REGIÓN DE HUÁNUCO, 2021”

Tesis sustentada y aprobada el 05 de mayo del 2023, cuyo jurado calificador está

integrado por:

Presidente	:	 Dr. Luis Antonio Espinoza Ramos
Secretario	:	 Dr. Luis Alberto Bernardo Rivera Chipana
Vocal	:	 Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera
Asesor	:	 Blgo. Pesq. Nelver Coronel Flores



CERTIFICADO DE SIMILITUD

El que suscribe, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, en calidad de Asesor Revisor del Informe Final de la tesis titulada “EFECTO DE DIFERENTES PERÍODOS DE AYUNO, COMO UNA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO COMPENSATORIO DEL ACARAHUAZÚ (*Astronotus ocellatus*), EN ETAPA JUVENIL, EN JAULAS FLOTANTES EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO, 2021”, presentado por el **Bach. Axel Alonso Flores Dueñas**, para ser revisado por los jurados calificadores, deja constancia que, en cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Originalidad y de Similitud de Trabajos de Investigación y Producción Intelectual, se ha realizado la evaluación a dicho informe de tesis a través del software de similitud textual turnitin, arrojando un **nivel de similitud del 09 %**.

Por consiguiente:

CERTIFICO LA SIMILARIDAD del Informe de Tesis dentro del porcentaje PERMITIDO, para que continúe el interesado con los trámites correspondientes y para su publicación y/o revisión por los miembros del Jurado evaluador.

Se emite el presente certificado para los fines de continuación de los trámites respectivos.

Tacna, 02 de junio del 2023.

.....
Blgo. Pesq. Nelver Coronel Flores
DOCENTE ESIP – Asesor de Tesis

c.c Arch.

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios, por haberme dado fuerzas para seguir adelante y no dejarme rendir frente a obstáculos que se me presentaron, y así poder cumplir mis metas personales.

A la hermosa familia que formé con Jaissa y a nuestro lindo hijo Byron, que estuvieron conmigo en todo momento, motivándome, guiándome y apoyándome; también a mis padres y hermanos que me brindaron su apoyo y me impulsaron a cumplir con mis metas.

A mi Mamita Lucia Mamani Calizaya que siempre estuvo conmigo y se preocupó por mí, ahora está en el cielo y desde ahí nos cuida.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al Blgo. Pesquero Nelver Coronel Flores, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, quien me asesoró en la tesis, me apoyo y orientó, durante todo el proceso hasta la finalización del presente trabajo.

Al Blgo. Pesquero Carlos Álvarez Janampa, docente de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Propietario de la Piscigranja El Encanto de Saipai y Co asesor de la presente tesis por compartir sus conocimientos, orientaciones, consejos y más que nada por brindarnos los juveniles de acarahuzú, por eso y todo lo demás, un sincero agradecimiento.

A toda la familia Pukka Shungo quienes, con sus ánimos, apoyo y sus enseñanzas lograron que también se pudiera terminar la presente tesis.

Al Dr. Héctor Rodríguez Papuico por sus enseñanzas y su disposición para poder guiarme en la tesis.

Al Ing. Manuel Cusacani Yapuchura por sus consejos y asesoramiento, durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería pesquera, por fortalecernos con sus enseñanzas, compartir sus conocimientos y así formar profesionales competitivos en las diferentes especialidades de la carrera.

A todas las personas que me proporcionaron su compañía y apoyo de una manera absoluta.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Descripción de la realidad problemática	4
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Interrogante general	6
1.2.2. Interrogantes secundarias	6
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Hipótesis	8

1.5.1.	Hipótesis general.....	8
1.5.2.	Hipótesis específicas	8
CAPÍTULO II.....		9
MARCO TEÓRICO		9
2.1.	Antecedentes del estudio	9
2.2.	Base teórica	17
2.2.1.	Distribución Geográfica.....	17
2.2.2.	Hábitat.....	19
2.2.3.	Clasificación taxonómica.....	19
2.2.4.	Descripción morfológica del acarahuzú (Astronotus ocellatus).....	20
2.2.5.	Dieta alimenticia	20
2.2.6.	Aspectos reproductivos del Astronotus ocellatus	21
2.2.7.	Calidad del agua en el cultivo del Astronotus ocellatus	21
2.2.8.	Restricción alimenticia o Ayunos	22
2.2.9.	Crecimiento compensatorio	24
2.2.10.	Metabolismo de los peces durante el ayuno.....	27
2.2.11.	Reacciones metabólicas durante la realimentación.....	33
CAPÍTULO III.....		35

MARCO METODOLÓGICO	35
3.1. Lugar de ejecución	35
3.3. Nivel de investigación	36
3.4. Diseño Experimental	36
3.5. Operacionalización de las variables	37
3.5.1. Variable independiente:	37
3.5.2. Variable dependiente:.....	37
3.6. Población y muestra	39
3.6.1. La población.....	39
3.6.2. Muestra.....	39
3.7. Materiales y equipos	39
3.7.1. Material biológico	39
3.7.2. Materiales.....	39
3.7.3. Equipos.....	41
3.7.4. Insumos	41
3.8. Métodos	42
3.8.1. Construcción e instalación de las unidades experimentales.....	42
3.8.2. Selección de los especímenes y Transporte	44

3.8.3.	Etapa de Pre-cría	44
3.8.4.	Etapa experimental.....	46
3.8.5.	Muestreos Biométricos.....	46
3.8.6.	Registro de parámetros fisicoquímicos	47
3.8.7.	Alimentación.....	47
3.8.8.	Crecimiento compensatorio	48
3.8.9.	Índices zootécnicos	49
3.9.	Análisis estadístico de los datos	51
CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS	52
4.1.	Crecimiento de los peces y Crecimiento compensatorio	52
4.1.2.	Crecimiento en Longitud (cm).....	54
4.1.3.	Crecimiento compensatorio (%)	55
4.2.	Índices zootécnicos.....	56
4.2.1.	Ganancia de peso (g).....	56
4.2.2.	Ganancia de longitud (cm).....	57
4.2.3.	Tasa de crecimiento específico (%)	58
4.2.4.	Factor de conversión alimenticia (FCA)	59

4.2.5.	Factor de condición (K)	60
4.2.6.	Supervivencia.....	61
4.3.	Parámetros fisicoquímicos del agua de la Laguna de los Milagros ..	62
4.3.1.	Temperatura del agua.....	62
4.3.2.	Potencial de Hidrogeniones (PH).....	64
4.3.3.	Oxígeno Disuelto (O ₂).....	64
4.3.4.	Amonio (NH ₄).....	65
CAPÍTULO V.....		66
DISCUSIONES.....		66
5.1.	Datos de crecimiento	66
5.2.	Índices zootécnicos.....	70
5.3.	Parámetros Fisicoquímicos.....	76
CONCLUSIONES.....		78
RECOMENDACIONES.....		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los juveniles de acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>) por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones en la etapa experimental.	37
Tabla 2. Operacionalización de las variables dependiente e independiente del trabajo de investigación.....	38
Tabla 3. Parámetros de crecimiento de los juveniles de acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>) de los diferentes tratamientos durante un periodo de 93 días.....	52
Tabla 4. Valores promedio de los índices zootécnicos de los juveniles de acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>) de los diferentes tratamientos.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de distribución geográfica del acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>).	18
Figura 2. Crecimiento compensatorio (CG) durante las fases de restricción alimenticia y realimentación (líneas discontinuas) en comparación con los especímenes alimentados constantemente (control).	25
Figura 3. Grados de crecimiento compensatorio.....	26
Figura 4. Cambios fisiológicos en la composición del cuerpo entero en los peces (salmónidos).....	27
Figura 5. Actividad metabólica entre los principales órganos de los peces durante el ayuno.....	32
Figura 6. Respuestas metabólicas en la realimentación después de períodos de ayuno.....	34
Figura 7. Lugar de ejecución de la investigación.....	35
Figura 8. Distribución de cada unidad experimental con su respectivo tratamiento y repetición.....	43
Figura 9. Crecimiento en peso de los juveniles de acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>) durante la fase experimental del estudio.....	53
Figura 10. Crecimiento en longitud de los juveniles de acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>) durante la fase experimental del estudio.....	54

Figura 11. Crecimiento compensatorio presentado en los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por tratamiento durante el trabajo de investigación.....	55
Figura 12. Ganancia de peso promedio de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por tratamiento durante el trabajo de investigación.....	57
Figura 13. Ganancia de longitud promedio de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por tratamiento durante el trabajo de investigación.....	58
Figura 14. Tasa de crecimiento específico promedio de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por tratamiento en el trabajo de investigación.	59
Figura 15. Factor de conversión alimenticia promedio presentado por los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) de cada tratamiento durante la fase de experimentación.	60
Figura 16. Factor de condición promedio de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por cada tratamiento en el trabajo de investigación.....	61
Figura 17. Supervivencia presentada por los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) de cada tratamiento durante toda la fase de experimentación.	62
Figura 18. Temperatura del agua diaria durante toda la fase de experimentación tanto en la mañana y en la tarde.	63
Figura 19. Ph del agua de la Laguna de los Milagros registrado cada 15 días.	64
Figura 20. Oxígeno disuelto registrado cada 15 días en la mañana y en la tarde.	65
Figura 21. Bolsa confeccionada de ¼ de pulgada de luz de malla por jaula.	102

Figura 22. Unión de cada bolsa de ¼ de pulgada de luz de malla.	102
Figura 23. Bolsas de ¼ de pulgada de luz de malla unidas para formar una batería de 6 unidades experimentales por cada esta.....	103
Figura 24. Identificación del bambú (<i>Dendrocalamus asper</i>) a utilizar para el armazón de las jaulas flotantes.....	103
Figura 25. Extracción del bambú (<i>Dendrocalamus asper</i>) a utilizar para el armazón de las jaulas flotantes.....	104
Figura 26. Medición del bambú de acuerdo con las longitudes necesitadas para las jaulas flotantes.....	104
Figura 27. Corte del bambú (<i>Dendrocalamus asper</i>) para el armazón de las jaulas flotantes.	105
Figura 28. Armazón elaborado de bambú para las jaulas flotantes.....	105
Figura 29. Estructuras de bambú de las jaulas flotantes de acuerdo con las dimensiones requeridas.	106
Figura 30. Cosido de las mallas de ¼ de pulgada de cocada con las estructuras de las jaulas.....	106
Figura 31. Confección de las redes de ¼ de pulgada de luz de malla conforme con las medidas de cada jaula.	107
Figura 32. Colocación de las jaulas flotantes en la Laguna de los Milagros en una zona establecida.	107

Figura 33. Terminando de instalar las Jaulas flotantes instaladas en la Laguna de los Milagros.....	108
Figura 34. Jaulas flotantes instaladas en la Laguna de los Milagros.	108
Figura 35. Rotulación de las Jaulas flotantes por cada unidad experimental.....	109
Figura 36. Selección de los juveniles de acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>).....	109
Figura 37. Evaluación de la longitud de los juveniles de acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>) seleccionados de la piscigranja el Encanto de Saipai.	110
Figura 38. Evaluación del peso de los juveniles de acarahuazú (<i>Astronotus ocellatus</i>) seleccionados de la piscigranja el Encanto de Saipai.	110
Figura 39. Bolsas con agua y oxígeno puestas en baldes que contiene a los juveniles de acarahuazú para su transporte.	111
Figura 40. Balón de oxígeno para el transporte de los juveniles de acarahuazú.	111
Figura 41. Transporte de los especímenes a la Laguna de los Milagros.....	112
Figura 42. Proceso de aclimatación durante la siembra de juveniles de acarahuazú.	112
Figura 43. Liberación de los juveniles de acarahuazú en las jaulas flotantes...	113
Figura 44. Captura de los juveniles de acarahuazú para su evaluación biométrica con un jamo.....	113
Figura 45. Extracción de los especímenes para la evaluación biométrica.	114
Figura 46. Colocación de los juveniles de acarahuazú en tinas con agua.....	114

Figura 47. Evaluación de la longitud de los especímenes de acarahuzú (Astronotus ocellatus) en etapa juvenil.....	115
Figura 48. Evaluación del peso de los especímenes de acarahuzú (Astronotus ocellatus) en etapa juvenil.....	115
Figura 49. Después de la evaluación de cada espécimen son colocados en otra tina con agua.....	116
Figura 50. Baño profiláctico a los juveniles de acarahuzú después de la evaluación biométrica.....	116
Figura 51. Devolución de los juveniles de acarahuzú (Astronotus ocellatus) a sus jaulas respectivas.....	117
Figura 52. Alimento balanceado extruido de 32 % de proteína para tilapia en etapa de crecimiento, usado de prueba en la etapa de pre-cría.....	117
Figura 53. Alimento balanceado de 42 % de proteína, de hundimiento lento para trucha en etapa de crecimiento, usado en la etapa de pre-cría y experimento. ...	118
Figura 54. Alimentación a los juveniles de acarahuzú (Astronotus ocellatus).	118
Figura 55. Medición de la temperatura del agua de la Laguna los Milagros.	119
Figura 56. Evaluación del Ph del agua de la Laguna los Milagros.....	119
Figura 57. Extracción de una muestra de agua de la Laguna de los Milagros para evaluar el oxígeno disuelto y el amonio.....	120
Figura 58. Medición del oxígeno disuelto del agua de la Laguna los Milagros.	120
Figura 59. Determinación del amonio del agua de la Laguna los Milagros.	121

Figura 60. Mortalidad presentada en la etapa de pre-cría.....	121
Figura 61. Juvenil de acarahuazú con lesiones en su cuerpo ocasionado por otros especímenes de acarahuazú de la misma jaula en la etapa de pre-cría.	122
Figura 62. Canibalismo presentado en los juveniles de acarahuazú.	122
Figura 63. Limnómetro para la medición de las variaciones de la altura del agua de la Laguna de los Milagros.	123
Figura 64. Bote usado como transporte para desplazarse donde las jaulas flotantes.	123
Figura 65. Laguna de los Milagros.	124
Figura 66. Vista en planta de las jaulas flotantes.	124
Figura 67. Extracción del Acarahuazú en los desembarques pesqueros en TM desde el año 2012 hasta el 2021.....	125

RESUMEN

Se realizó el presente trabajo de investigación cuyo propósito fue determinar el efecto de diferentes períodos de ayuno sobre el crecimiento compensatorio en juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), cultivados en jaulas flotantes en la Laguna de los Milagros, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, para este fin, se emplearon 72 individuos de esta especie, con un peso promedio inicial de 49.47 ± 1.97 g y de longitud promedio inicial de 13.10 ± 0.22 cm distribuidos en 12 jaulas flotantes a una densidad de 6 peces/m³. La etapa experimental tuvo una duración de 93 días, se realizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y un testigo, con tres repeticiones por cada unidad experimental, T1: Alimentación a saciedad durante 06 días y 01 día de ayuno; T2: Alimentación a saciedad durante 05 días y 02 días de ayuno; T3: Alimentación a saciedad durante 04 días y 03 días de ayuno y el Testigo: Alimentación todos los días. El crecimiento compensatorio (CC) en base al peso inicial, el T3 presentó el mayor valor con $15.69 \pm 1,71$ % con respecto a los otros tratamientos (T1: $10.05 \pm 0,56$ %; T2: $12.44 \pm 3,72$ % y Testigo: $10.26 \pm 1,44$ %) presentándose diferencias significativas entre ellos ($p < 0.05$), eso significa que los juveniles de acarahuazú pueden presentar características de poder compensar su crecimiento y de resistencia después de haber sido privados en su alimentación por períodos de hasta 3 días a la semana, sin embargo, no se puede considerar que fue el mejor tratamiento por los

resultados en los demás parámetros productivos como es la longitud final (LF), peso final (PF), ganancia de longitud (GL), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA) y factor de condición (K), donde no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos a excepción de la ganancia de peso (GP), que sí hubo diferencias significativas ($p<0.05$), siendo el T3 con el mayor valor, durante todo el experimento no hubieron mortalidades, siendo así un buen indicador de la especie a soportar restricciones alimenticias.

Palabras clave: Ayuno, crecimiento, jaulas flotantes, acarahuzú, reservas energéticas, índices zootécnicos.

ABSTRACT

The present research work was carried out whose purpose was to determine the effect of different fasting periods on the compensatory growth in juveniles of acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), cultivated in floating cages in the Laguna de los Milagros, district of Pueblo Nuevo, province of Leoncio. Prado, Huánuco region, for this purpose, 72 individuals of this species were used, with an initial average weight of 49.47 ± 1.97 g and an initial average length of 13.10 ± 0.22 cm distributed in 12 floating cages at a density of 6 fish/m³. The experimental stage lasted 93 days, a completely randomized design (DCA) was carried out with three treatments and a control, with three repetitions for each experimental unit, T1: Feeding to satiety for 06 days and 01 day of fasting; T2: Feeding to satiety for 05 days and 02 days of fasting; T3: Feeding to satiety for 04 days and 03 days of fasting and the Witness: Feeding every day. The compensatory growth (CC) based on the initial weight, T3 presented the highest value with $15.69 \pm 1.71\%$ with respect to the other treatments (T1: $10.05 \pm 0,56\%$; T2: $12.44 \pm 3.72\%$ and Control: $10.26 \pm 1,44\%$) presenting significant differences between them ($p < 0.05$), which means that acarahuzú juveniles may present characteristics of being able to compensate their growth and resistance after having been deprived of food for periods of up to 3 days a week, however, it cannot be considered that it was the best treatment due to the results in the other productive parameters such as final length (LF), final weight

(PF), length gain (GL), specific growth rate (TCE), growth factor feed conversion (FCA) and condition factor (K), where there were no significant differences ($p>0.05$) between the treatments except for weight gain (GP), which did show significant differences ($p<0.05$), being the T3 with the highest value, during the entire experiment there were no mortalities, thus being a good indicator of the species to support food restrictions.

Keywords: Fasting, growth, floating cages, acarahuazú, energy reserves, zootechnical índice.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es la crianza de especies acuáticas (peces, moluscos, crustáceos y plantas) en ambientes controlados (Observatorio Español de Acuicultura, s.f.), es una actividad económica muy considerable por la producción de proteína de origen animal (Sociedad Nacional de Pesquería, s.f.), Según la (FAO, 2020) en las estadísticas mundiales sobre acuicultura la producción acuícola mundial fue de 114,5 millones de toneladas de peso vivo en 2018 a lo cual estuvo compuesto de 82,1 millones de toneladas de animales acuáticos, 32,4 millones de toneladas de algas acuáticas y 26 000 toneladas de conchas marinas ornamentales y perlas.

La acuicultura como actividad productiva tiene un crecimiento constante en cuanto a la producción de recursos hidrobiológicos mundial en comparación con la pesca que está alcanzando sus límites, se estima que la producción acuícola al 2030 llegue a alcanzar los 109 millones de toneladas, a lo que presume que la acuicultura tenga un incremento del 32% (26 millones de toneladas) con relación al 2018 (FAO, 2020). La población mundial a mediados del siglo XXI superará los 9 000 millones de personas, mostrando un escenario de carencia por alimentos (FAO, 2018), la acuicultura tendrá un papel importante para complementar las necesidades de alimentos, garantizando la seguridad alimentaria y nutrición de la población mundial

La acuicultura continental concentra las mayores producciones de recursos hidrobiológicos en agua dulce principalmente. En el 2018, la acuicultura continental alcanzó una producción de 51,3 millones de toneladas de animales acuáticos, siendo el 62,5 % de la producción mundial de pescado comestible proveniente de la crianza en ambientes controlados por el hombre, en relación con lo que se produjo en el 2000 que fue de 57,9 %, tuvo un crecimiento considerable (FAO, 2020).

En la Amazonía del Perú la piscicultura está teniendo un crecimiento significativo, teniendo a algunas especies de interés comercial como el paco (*Piaractus brachypomus*), la gamitana (*Colossoma macropomum*), el boquichico (*Prochilodus nigricans*), el sábalo de cola roja (*Brycon amazonicus*), el paiche (*Arapaima gigas*), y especies exóticas introducidas como la tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) y el camarón gigante de malasia (*Macrobrachium rosenbergii*), ayudando así a que la presión de la pesca disminuya considerablemente para estas especies. Algunos cíclidos de la amazonia como el tucunaré (*Cichla monoculus*) y acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) tienen un valor desde el punto de vista económico muy importante por la calidad de la carne y su atractivo ornamental (González *et al.*, 1996, citados por Gonzales & Neyra, 2018).

El acarahuzú es una especie muy comercializada (Gonzales & Neyra, 2018) por tener bastante demanda para el consumo humano directo por la población

amazónica, la cual es limitada, por lo que aún sigue siendo una especie poco cultivada en cautiverio por piscicultores y en gran parte por el desconocimiento sobre la especie en algunas zonas de la Amazonía peruana, además de no contar con información técnica y un paquete tecnológico que haga que su producción vaya en aumento en piscicultura, el acarahuzú no cuenta con un alimento balanceado específico de acuerdo a la etapa y por ende se suministra alimento balanceado con porcentajes de proteínas de otras especies y hace que se pueda presentar un escenario en que los gastos de producción sean más elevados (Bernuy, 2021).

En una producción acuícola el alimento balanceado extruido representa entre el 50 % y 60 % del costo de producción, siendo un insumo predominante en cuanto a costos (Mamani, 2018), Por estas razones se están optando por estrategias de alimentación que ayuden de una manera significativa a disminuir estos costos. El presente proyecto de investigación evaluará el efecto de diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, determinando como la especie se comporta ante fases de restricción alimenticia y cuál es la estrategia más técnica y económicamente viable.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La acuicultura en la amazonia peruana va teniendo un importante crecimiento desde el punto de vista técnico, económico y social, consiguiendo una disminución en la presión por la captura de especies nativas en su medio natural para consumo humano directo u ornamental, la acuicultura viene siendo una actividad productiva muy importante constituyéndose una fuente eficiente de proteína animal en comparación con otras industrias cárnicas como la vaca, cerdo, pollo, etc.

El acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) es una especie bastante consumida por su aporte nutricional y buen sabor por la población de la amazonia, en estas zonas tiene una demanda que es limitada por la producción de este organismo acuático, su producción en su mayoría proviene de su extracción en los desembarques pesqueros (Ver Anexo, Figura 67), es un recopilado de los anuarios estadísticos pesqueros y acuícolas de los últimos años, como se muestra en el gráfico, hay una disminución en su extracción y si se continúa así, ya no habrá más ese recurso hidrobiológico en los desembarques pesqueros.

La incipiente crianza en cautiverio y la escasa investigación con fines productivos de esta especie son considerados como cuellos de botella para una producción sostenible, que satisfaga la demanda de consumo de esta especie por la población de la amazonia, tampoco se viene dando las condiciones óptimas para que esta especie pueda llegar a reproducirse adecuadamente, consiguiendo una progenie que pueda ser aprovechada para fines de consumo u ornamental.

Unas de las preocupaciones de la acuicultura moderna viene siendo las nuevas técnicas de alimentación para una mejor rentabilidad y disminución en el suministro de alimento balanceado (González, 2020), por los altos costos de producción que esta representa, a través de ayunos o restricciones alimenticias programados a los peces y si compensan el peso cuando se restaura la alimentación como si nada hubiera pasado, habrá un ahorro considerable en el consumo de alimento balanceado y una mejor rentabilidad (González, 2020).

El uso eficiente del alimento balanceado y con una estrategia de alimentación permitirán un ahorro considerable en una producción acuícola, considerando también que no se han encontrado muchas investigaciones en el efecto de diferentes períodos de ayuno sobre el crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), dando una mayor información técnica de la especie.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Interrogante general

¿Los diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación influirán sobre el crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, en jaulas flotantes?

1.2.2. Interrogantes secundarias

¿Como será el crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, por los diferentes períodos de ayuno?

¿Cuáles serán los efectos de los diferentes períodos de ayuno sobre los diferentes índices zootécnicos de crecimiento del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil?

1.3. Justificación

En acuicultura, la producción de organismos acuáticos demanda una inversión para empezar con esta actividad productiva. El alimento balanceado representa alrededor del 50 a 60 % de los costos de producción y es necesario optimizar las técnicas de alimentación, que ayuden a bajar esos costos para que sea más rentable esta actividad productiva, tomando en cuenta las variables como la

tasa de crecimiento, Factor de conversión y la capacidad inmunológica del espécimen a cultivar.

En su medio natural acuático, los peces presentan diferentes períodos de ayuno prolongados por la misma disponibilidad de su alimento natural, cuando satisfacen sus necesidades alimenticias se presenta un crecimiento compensatorio, por los días de privación de alimento que tuvieron, El crecimiento compensatorio tras períodos de restricción alimenticia o ayuno es tomado como una estrategia de alimentación, habiendo un menor uso del alimento y una mejor rentabilidad.

Con miras a tener una viabilidad técnica y económica en el proceso de engorde del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) se plantea la realización del presente trabajo de investigación y que sirva, además como un aporte técnico-científico a los productores en su actividad acuícola y de referencia para otros trabajos de investigación, que se puedan hacer en el futuro.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, en jaulas flotantes en la región de Huánuco.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, con los diferentes períodos de ayuno.

Determinar los efectos de los diferentes períodos de ayuno en el crecimiento del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, con los diferentes índices zootécnicos de crecimiento.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Los diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación incidirán sobre el crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, en jaulas flotantes.

1.5.2. Hipótesis específicas

Los diferentes períodos de ayuno contribuirán significativamente al crecimiento compensatorio del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil.

Los diferentes períodos de ayuno en el crecimiento del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, influirán significativamente en los diferentes índices zootécnicos de crecimiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En el 2018 fue presentada la tesis de grado, a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno para la obtención del título de Licenciado en Biología por Br. Edwin Raúl Mamani Lino, de título: “Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el crecimiento compensatorio de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en etapa de engorde en jaulas flotantes, sector Charcas Lago Titicaca”.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar el efecto de la restricción alimenticia sobre el crecimiento compensatorio de la trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*), en etapa de engorde en jaulas flotantes, en el sector Charcas lago Titicaca.

Y los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el crecimiento compensatorio de la trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde con 1 y 2 días de restricción alimenticia

- Determinar el efecto de la restricción alimenticia en truchas, mediante el factor de conversión de alimento (FCA), tasa específica de crecimiento (SGR), factor de condición corporal (K) y porcentaje de mortalidad (M) en cada uno de los tratamientos.

La conclusión de la investigación fue:

- El crecimiento compensatorio en trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, fue mayor en el tratamiento sin restricción alimenticia tanto a los 15, 33, 53 y 83 días de evaluación, los cuales oscilaron entre 55,56 % y 239,82 %, por otro lado, los crecimientos compensatorios en los tratamientos con restricción alimentaria de 1 día de restricción alimentaria y 6 días de alimentación que oscilaron entre 42,43 a 172,95 % y 2 días de restricción alimentaria y 5 días de alimentación que oscilaron entre 37,30 % y 143,26 %, no presentaron diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).
- La restricción alimenticia en truchas, en valores de factor de conversión alimenticia (FCA), tasa específica de crecimiento (SGR), factor de condición corporal (K) y el porcentaje de mortalidad (%M) no presentaron diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos, siendo mejor el tratamiento B con un FCA de 1.16, con respecto al costo de alimento; la SGR y el factor de condición corporal (K) fueron mayores en

el tratamiento B con 1,30 y 1,41 respectivamente; mientras que el % M fue menor en el tratamiento C con 0,44 %.

En el 2016, Gómez-Peñaranda, J., Vásquez-Gamboa, L.& Valencia, D. presentaron el artículo científico: “Efecto de diferentes frecuencias de alimentación y ayuno, sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)”, desarrollado en Colombia.

El objetivo general de la investigación fue:

- Analizar el efecto de diferentes frecuencias de alimentación semanal, alternadas con periodos de ayuno temporal, sobre una respuesta del crecimiento compensatorio en *Piaractus brachypomus*, para determinar un régimen de alimentación óptimo y rentable.

La conclusión de la investigación fue:

- Sugieren una aplicación práctica del crecimiento compensatorio. Es posible dejar de alimentar *Piaractus brachypomus* durante un día a la semana (periodos cortos) sin afectar el crecimiento ni los parámetros nutritivos y económicos, siempre que los peces puedan incrementar la ración durante los días siguientes. Por otra parte, la alimentación restringida mostró los

mejores resultados económicos, siempre y cuando no se considere el exceso de alimento en los días en que los peces no consumen la ración total, cuantificando solo el alimento ingerido y no el total de la ración recomendada por el fabricante.

En el 2018, Zamudio, J. F., Landines, M. A. presentaron el artículo científico: “Efecto de la restricción de alimento y posterior realimentación sobre algunas variables fisiológicas y metabólicas en yamú (*Brycon amazonicus*)”, desarrollado en Colombia.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar los efectos de la restricción alimenticia sobre algunos de los principales indicadores fisiológicos de *Brycon amazonicus*.

La conclusión de la investigación fue:

- Con base a sus resultados obtenidos en su investigación, concluyen que los juveniles de yamú (*Brycon amazonicus*) pueden adaptarse a situaciones de restricción de alimento, sin comprometer drásticamente su homeóstasis y que los cambios generados en sus variables metabólicas son de carácter temporal y reversible. También, se puede afirmar que al parecer el glucógeno hepático es la principal fuente de energía usada en estadios

tempranos de restricción severa y que el cortisol, principal variable indicadora de estrés, no se ve afectado por los períodos de restricción moderada o severa evaluados en el trabajo.

En el 2009, Delgado-Vidal, F. K., Gallardo-Collí, A., Cuevas-Pérez, L., García-Ulloa, M. presentaron el artículo científico: “Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano”, desarrollado en México.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar el crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* después de someterla a diferentes periodos de alimentación con harina de plátano roatán como única fuente de alimento, y a una posterior realimentación con alimento balanceado.

La conclusión de la investigación fue:

- La harina de plátano roatán, como única fuente de alimento, afecta el crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus*.
- La tilapia *Oreochromis niloticus* exhibió el fenómeno de crecimiento compensatorio durante la etapa de realimentación y su magnitud dependió del período de alimentación con harina de plátano roatán.

- La composición proximal de la tilapia sugirió la utilización de lípidos como principal fuente energética durante el período de alimentación con harina de plátano roatán, recuperándolos en la etapa de crecimiento compensatorio, y ganando proteína.

En el 2020, Gallardo-Collí, A., Pérez-Fuentes, M., Pérez-Rostro, C. I., Hernández-Vergara, M. P. presentaron el artículo científico: “Crecimiento compensatorio de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, L. Sometido a períodos cíclicos de restricción de alimento y alimentación en un sistema biofloc”, desarrollado en México.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar el crecimiento compensatorio de la tilapia del Nilo sometida a ciclos períodos de restricción de alimentación y alimentación en un sistema de cultivo biofloc y para determinar el efecto sobre el rendimiento productivo, composición proximal e índices somáticos.

La conclusión de la investigación fue:

- La tilapia del Nilo logró una excelente respuesta compensatoria durante el cultivo en BFT, donde los regímenes cíclicos largos de restricción de alimento y la alimentación indujo una compensación completa. La respuesta

compensatoria incluyó, además del crecimiento corporal, la restauración de energía, reservas pérdidas durante el período de restricción de alimentación. Una alta supervivencia y se observó una producción y calidad nutricional similar de tilapia del Nilo servido en R12: tratamiento F36. Aunque los resultados del estudio sugieren gestionar un uso potencial del fenómeno de crecimiento compensatorio en la producción de tilapia del Nilo cultivada en biofloc, es necesario realizar investigación adicional para respaldar su aplicación a escala comercial.

En el 2013, Perdomo, D. A., Castellanos, K. J., González-Estopiñan, M., Perea-Ganchou, F. presentaron el artículo científico: “Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)”, desarrollado en Venezuela.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar el efecto de dos estrategias de alimentación sobre el desempeño productivo de alevines de trucha arco iris afectados por restricciones alimenticias generadas por efectos de dominación social.

La conclusión de la investigación fue:

- La estrategia alimenticia que alternó cinco días de alimentación y dos días de ayuno favoreció el desarrollo de los peces en el tercio final del período experimental cuando el peso de los animales en ambos grupos había sobrepasado los 100 g. Esto produjo una mejor respuesta productiva que se reflejó en una tasa de crecimiento (GDP, TCE) e índices biométricos superiores, a los peces sometidos a periodos más breves de alimentación y ayuno.
- En las condiciones experimentales del presente estudio, las dos estrategias alimenticias empleadas son viables por favorecer el crecimiento de alevines de truchas arco iris.

En el 2020, Poot-López, G. R., Gasca-Leyva, E., Gonzáles-Salas, C., Guillen-Hernández, S. y Domínguez-May, R. presentaron el artículo científico: “Crecimiento compensatorio en la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*: relación de conversión alimenticia, heterogeneidad de tamaño y composición proximal”, desarrollado en México.

El objetivo general de la investigación fue:

- Evaluar los indicadores biológicos comúnmente aplicados en acuicultura (tasa de crecimiento y conversión alimenticia) y analizar aspectos

biométricos y el comportamiento del tamaño distribución al comparar raciones de alimentación restringidas y compensadas.

La conclusión de la investigación fue:

- El manejo de los regímenes de alimentación durante el proceso de crecimiento de los peces puede reducir la alimentación consumo y sus costos. Están manteniendo un crecimiento similar y sin diferencias a eso recomendado por los productores de piensos. El R80 % y R100 % tratamientos tuvieron un mejor uso de la alimentación suministrada en 72.1 y 85,2 %, en comparación con el grupo control (saciedad). Este estudio apoya la hipótesis cuando el alimento está restringido, los peces lo usan para humectar sus tejidos, compensar la pérdida muscular hasta que reciban más comida. Sin embargo, cuando los niveles de restricción de alimentación son demasiado altos, el aumento de peso, los niveles de lípidos y proteínas no se recuperan como estaban antes. Alimentación compensatoria las estrategias pueden ayudar a mejorar diferentes indicadores productivos en cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2.2. Base teórica

2.2.1. Distribución Geográfica

El acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), es una especie nativa de Sudamérica, encontrándose en Perú, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Colombia, Brasil, La Guayana francesa, Argentina y Paraguay (Romero, 2018), principalmente en su mayoría en el río Amazonas y sus afluentes, el río Ica, río Negro, río Solimoes, río Ucayali y en los drenajes del Approuague y Oyapock (Bolaños, 2009).



Figura 1. Área de distribución geográfica del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*).
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Hábitat

El *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) es una especie de la familia Cichlidae, nativa de la Amazonía, de aguas lénticas, que prefiere las lagunas y quebradas de aguas negras (Lannacone *et al.*, 2006), busca zonas de baja corriente y profundidad media, donde encuentra protección entre raíces o ramas caídas, se llega a encontrar primeramente en afluentes de tamaño medio con fondo lodoso con el propósito que pueda construir sus nidos (Landines *et al.*, 2007).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Según (Bolaños, 2009) la taxonomía del acarahuzú es:

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Subgrupo:	Vertebrata
Superclase:	Osteichthyes
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Labroidei
Familia:	Cichlidae
Género:	Astronotus
Especie:	Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)
Nombre común:	Acarahuazú

2.2.4. Descripción morfológica del acarahuazú (*Astronotus ocellatus*)

El acarahuazú es una especie que presenta una forma ovalada, comprimido lateralmente y de tamaño considerable (Bolaños, 2009). La forma de su boca es oblicua, con dientes pequeños y fuertes en varias series, llegando a alcanzar un peso aproximado de 1.5 kilos (Mendes *et al.*, 1984) y una longitud de 40 cm (Nico *et al.*, 2013), en su estado salvaje toma una coloración marrón o verde oliváceo oscuro salpicado de manchas que van del dorado al rojo, siendo notables varias manchas rojas en forma de anillo con el centro oscuro (Bolaños, 2009). No presenta dimorfismo sexual (Zafra *et al.*, 2018).

Presenta escamas en la base de la aleta anal y dorsal, de 12 a 14 espinas y 19-21 radios blandos dorsales. III espinas y de 15-17 radios blandos en la aleta anal (Romero, 2018).

2.2.5. Dieta alimenticia

Es una especie que posee hábitos bentopelágicos, tiene un hábito alimenticio del tipo omnívora con tendencia a carnívora (Barros, 2017). Se alimenta de insectos, peces, y algunos frutos y semillas (Lannacone *et al.*, 2006), en crianza puede recibir artemia, pulga de agua, tubifex, alimento peletizado y peces pequeños (Zafra *et al.*, 2018).

Un estudio realizado sobre el contenido estomacal del *Astronotus ocellatus* muestra la preferencia de estos por una variedad de invertebrados, peces y algunas plantas encontrándose en diferentes proporciones, peces (39 %), Coleoptera (17,7 %), restos de plautasmacrofitas (15,5 %), Hemiptera (11,7%), Odouata (8,4%), Hymenoptera (6,7 %) y Ortoptera(5,5 %). Además, aparecen con menos frecuencia Gastropoda (caracoles) y Trichoptera (González *et al.*, 1996). En ambientes controlados el *Astronotus ocellatus* presenta una aceptabilidad al suministro de *alimento balanceado en su dieta*.

2.2.6. Aspectos reproductivos del Astronotus ocellatus

Es una especie que llega a madurar sexualmente cuando llega a estar entre los 15 a 24 meses de edad (García *et al.*, 2018), en ambientes controlados o en cautiverio logra reproducirse (Castillo-Pastuzan *et al.*, 2016), teniendo una reproducción parcial todo el año con una fecundidad que van desde los 1500 a 2000 ovocitos (García *et al.*, 2018), la pareja de reproductores prepara el ambiente que puede ser un sustrato (piedras planas) antes del desove, lo limpian para después la hembra poner los huevos y el macho los fecunda (Vela, 2017); (Hogarmania, s.f.), ambos padres protegen a los huevos y alevinos (García *et al.*, 2018).

2.2.7. Calidad del agua en el cultivo del Astronotus ocellatus

a) Temperatura

El Acarahuazú por ser una especie tropical, la temperatura del agua de la unidad de cultivo adecuada oscila entre los 26 a 30°C, pueden resistir amplios rangos de temperatura de 9 a 41°C durante períodos cortos (Gutierre *et al.*, 2016).

b) Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto debe encontrarse en valores mayores a 4 mg/L para el cultivo de la especie, en ambientes naturales propios del acarahuazú puede soportar niveles de oxígeno en el agua con niveles bajos de hasta 1.5 mg/L (Barros, 2017).

c) Potencial de hidrógeno (PH)

El Ph del agua de cultivo debe encontrarse en valores entre los 6.5 a 7.5 para la especie (FENAP, 2015).

d) Compuestos nitrogenados

El amonio (0.70 ± 0.21 mg/l), amoníaco (0.66 ± 0.2 mg/l) y los nitritos (0.2 ± 0.1 mg/l) (Gonzales *et al.*, 2020).

2.2.8. Restricción alimenticia o Ayunos

En su ambiente natural de los peces, estos podrían presentar parcialmente restricciones alimenticias o ayunos por un período de tiempo por variaciones estacionales, climáticas, competencia interespecífica o migraciones reproductivas,

varios especímenes consiguieron desarrollar mecanismos que les permitan sobrevivir a estas condiciones de restricciones alimenticias (González, 2020), como los mecanismos homeostáticos tendientes a remediar los efectos de dichos períodos de privación del alimento (Vigliano *et al.*, 2002).

Debido a la privación del alimento presente en los medios naturales, los organismos se adaptan a estos cambios (Gonzalez Montero, 2006). En períodos de ayuno las especies presentan diferentes estrategias comportamentales, metabólicas y fisiológicas, usando reservas corporales y seguramente el descenso de sus tasas metabólicas, a nivel plasmático presentan cambios en metabolitos, como la glucosa, los triglicéridos y las proteínas, entre otros, según sea el tiempo de restricción, la especie, el estado nutricional antes de esta restricción y el estado fisiológico del espécimen. Estas variaciones estarán sujetas a la capacidad de movilización desde las fuentes o reservas de energía localizadas especialmente en el hígado (glucógeno, lípidos y proteínas), tejido adiposo (Triglicéridos y ácidos grasos) y músculo (glucógeno y proteína), siendo de gran importancia el glucógeno hepático, siendo esta una eficiente fuente de energía (Zamudio & Landines, 2018).

La restricción en cuanto a la cantidad de alimento que se brinda a los especímenes es una estrategia que proporciona la optimización en el sistema productivo (Rodríguez & Landines, 2011), por lo que la alimentación tiene un elevado impacto en los costos operativos (Flores & Vergara, 2012), De acuerdo con

(Pineda, 2018) menciona que se puede llegar a tener ahorros considerables llegando hasta 25 % de costos de alimentación y ayuda a mejorar la calidad del agua del cultivo, en el momento en que se aplica como una estrategia de alimentación cuando se presenta la compensación de los peces por los días de restricción alimenticia o ayuno.

Según (Delgado *et al.*, 2009) menciona que después de haber sido sometidos los organismos acuáticos a un cierto tiempo de restricción nutricional reconocida por la reducción en el consumo de alimento o por suministrar dietas bajas en su calidad, presentan un incremento de peso y que lo define como crecimiento compensatorio o sostenido.

2.2.9. Crecimiento compensatorio

El crecimiento compensatorio o como menciona (Rodríguez & Landines, 2011) es un crecimiento significativamente más acelerado con relación a los especímenes que han tenido una alimentación diaria, es un proceso fisiológico, metabólico donde los organismos acuáticos, son capaces de presentar un mayor consumo del alimento (hiperfagia) y una mejor eficiencia en la asimilación del pienso proteico (Gurney *et al.*, 2003), como expresa (Souza *et al.*, 2000) también se puede presentar un crecimiento compensatorio posteriormente de la realimentación, mejora la conversión en músculo, pasando por una fase de crecimiento acelerado después de una etapa de privación del alimento (Hornick *et*

al., 2000), Esto varía según la especie, la etapa de vida, las condiciones ambientales, la gravedad y la duración de la restricción, así como la respuesta de la especie cuando se mejoran o restablecen las condiciones óptimas del cultivo (Prates *et al.*, 2020).

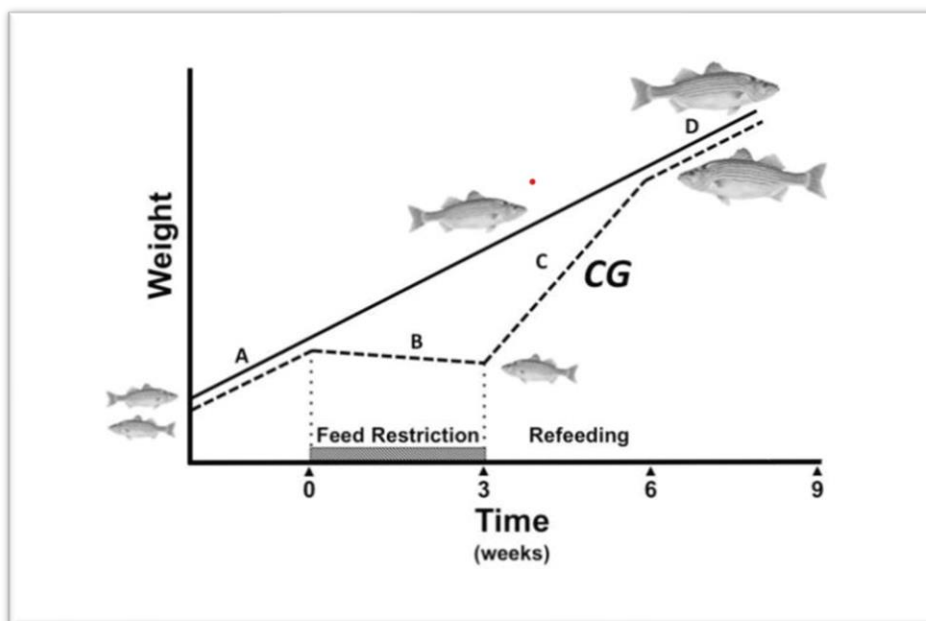


Figura 2. Crecimiento compensatorio (CG) durante las fases de restricción alimenticia y realimentación (líneas discontinuas) en comparación con los especímenes alimentados constantemente (control).

Fuente: (Won & Borski, 2013).

El crecimiento compensatorio es una táctica para reducir los costos de operación (Rabello *et al.*, 2004), donde ocurre un crecimiento rápido después de la privación del alimento, mayormente debido a la reducción de la ingesta de alimento, ocurriendo así, que los peces alcancen el peso de los especímenes cuyo crecimiento no se redujo (Hornick *et al.*, 2000).

En una investigación realizada por (Wicki *et al.*, 2004) observaron que con la especie Pacú (*Piaractus Mesopotamicus*) en un extenso período de retención del alimento presentaron características de crecimiento compensatorio y algo similar ocurrió con el híbrido cachamote (*Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*) donde sobrellevó los períodos de privación del alimento comercial y en la fase de realimentación su desempeño productivo no se vio afectado (Lemus *et al.*, 2018),

Según (Ali *et al.*, 2003) clasifica la compensación en diferentes grados: Sobrecompensación, Compensación total, Compensación parcial y Sin compensación.

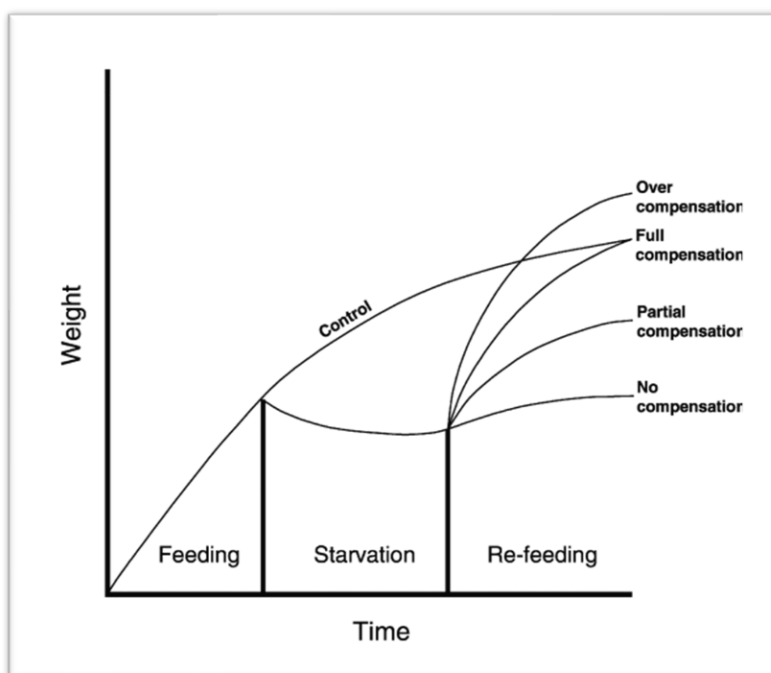


Figura 3. Grados de crecimiento compensatorio.
Fuente: (Ali *et al.*, 2003).

2.2.10. Metabolismo de los peces durante el ayuno

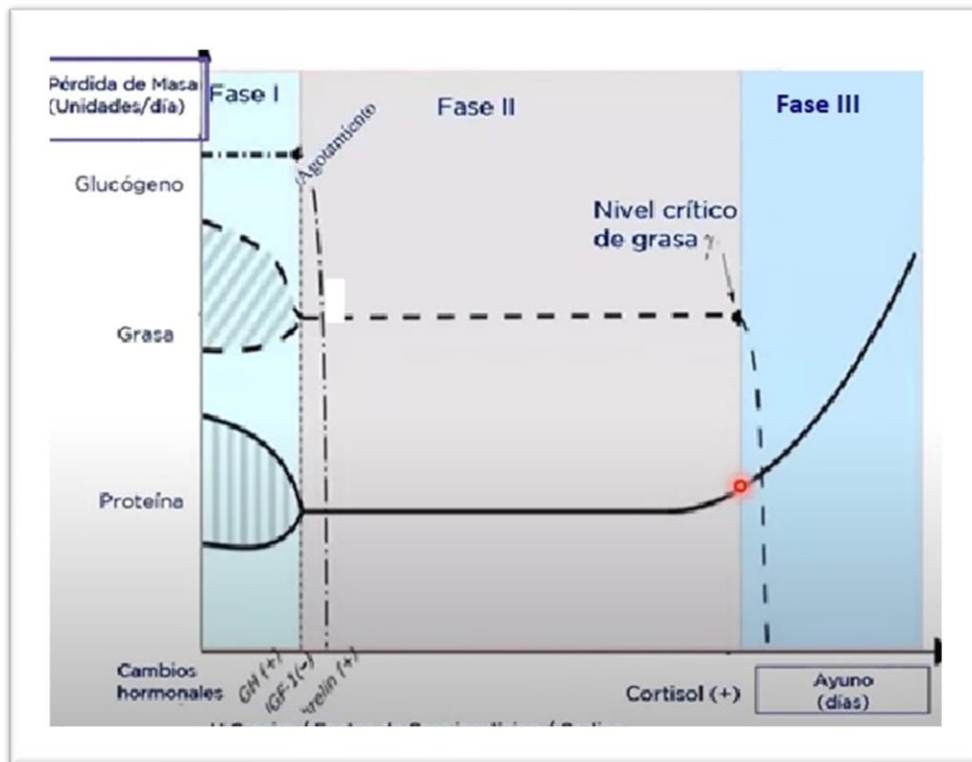


Figura 4. Cambios fisiológicos en la composición del cuerpo entero en los peces (salmónidos).

Fuente: (Nicovita, 2020).

La actividad metabólica de los peces en los procesos de ayuno presenta una variabilidad según las distintas especies (Vigliano *et al.*, 2002), así como también el estadio inicial en el cual se encuentre como en el caso de las larvas y juveniles los metabolismos son más prominentes, posiblemente por una menor cantidad de reservas energéticas (Gadomski & Petersen, 1988), a lo cual se priorizan distintas vías metabólicas que va en función al tiempo de ayuno y el contenido de reservas energéticas, así mismo, en el transcurso de los primeros días se origina una

movilización del glucógeno en todos los órganos, si el tiempo de ayuno aumenta se utilizarán tanto lípidos y proteínas como sustratos energéticos mediante los ciclos metabólicos intermediarios como la cetogénesis y la gluconeogénesis, considerando una gran relevancia en el aprovechamiento de las proteínas endógenas como fuentes energéticas, además se encontraran disminuidas muchas vías anabólicas como las de síntesis de glucógeno, lípidos, proteínas y precursores de ácidos nucleicos (Vigliano *et al.*, 2002).

Durante los períodos de restricción alimenticia el cuerpo del pez usa sus reservas energéticas y eso varía en las condiciones en cómo está el espécimen antes del ayuno y el tiempo que dura esta privación del alimento, pasando por fases en donde como fuente de energía se usa primeramente las reservas de glucógeno siendo corto esa fase, de ahí se usa las reservas de lípido y al final las proteína, estas son: Fase I: Cambios hormonales y fisiológicos, Fase II: Movilización de lípidos, Fase III: Movilización de proteínas (Nicovita, 2020).

Cuando el período de restricción alimenticia o ayuno termina y se empieza a una fase de realimentación, las condiciones metabólicas durante el ayuno se revierten, dando una rápida recuperación de las reservas y normalización de las vías metabólicas (Vigliano *et al.*, 2002).

2.2.10.1. Modificaciones metabólicas a nivel del hígado

El hígado es uno de los órganos más importante donde se concentran y se distribuyen el metabolismo hacia los demás órganos y tejidos (Vigliano *et al.*, 2002), durante las fases de privación del alimento en los peces ocurre una disminución de los contenidos de glucógeno y triglicéridos, así como menciona (Shimeno *et al.*, 1990) en un estudio realizado con la carpa (*Cyprinus carpio*) que tuvo un ayuno de 30 días, siendo los niveles de glucógeno que presentan una disminución primeramente durante las primeras fases de ayuno (Soengas *et al.*, 1996). También ocurre un incremento en la actividad de la vía glucogenolítica y gluconeogénica, haciendo que los niveles de glicemia aumenten, en el hígado presenta un incremento en la capacidad cetógena con el propósito de crear sustratos energéticos para que se pueda utilizar en otros órganos (Vigliano *et al.*, 2002).

2.2.10.2. Modificaciones metabólicas a nivel del cerebro

En los vertebrados el cerebro es uno de los órganos más dinámico y sensible en cuanto a los cambios metabólicos (Magistretti, 1999, citado por Soengas & Aldegunde, 2002), representa del 0,1 a 1% del peso corporal (sin incluir a los primates), el consumo total de energía corporal es del 1,5 al 8,5 % en el caso de vertebrados endotérmicos y un rango relacionado se encuentra en los vertebrados ectotérmicos que es del 2,7 a 3,4 % (Van Ginneken *et al.*, 1996), el cerebro utiliza como fuente energética la glucosa, lactato y cetonas en condiciones normales (Soengas & Aldegunde, 2002), como también los lípidos y las proteínas en el caso

de vertebrados que utilizan como recurso energético para la operatividad normal del tejido cerebral (Gibbs & DeRoos, 1991), sin embargo, la rapidez de la oxidación de los diferentes sustratos energéticos varían entre ellos (Vigliano *et al.*, 2002).

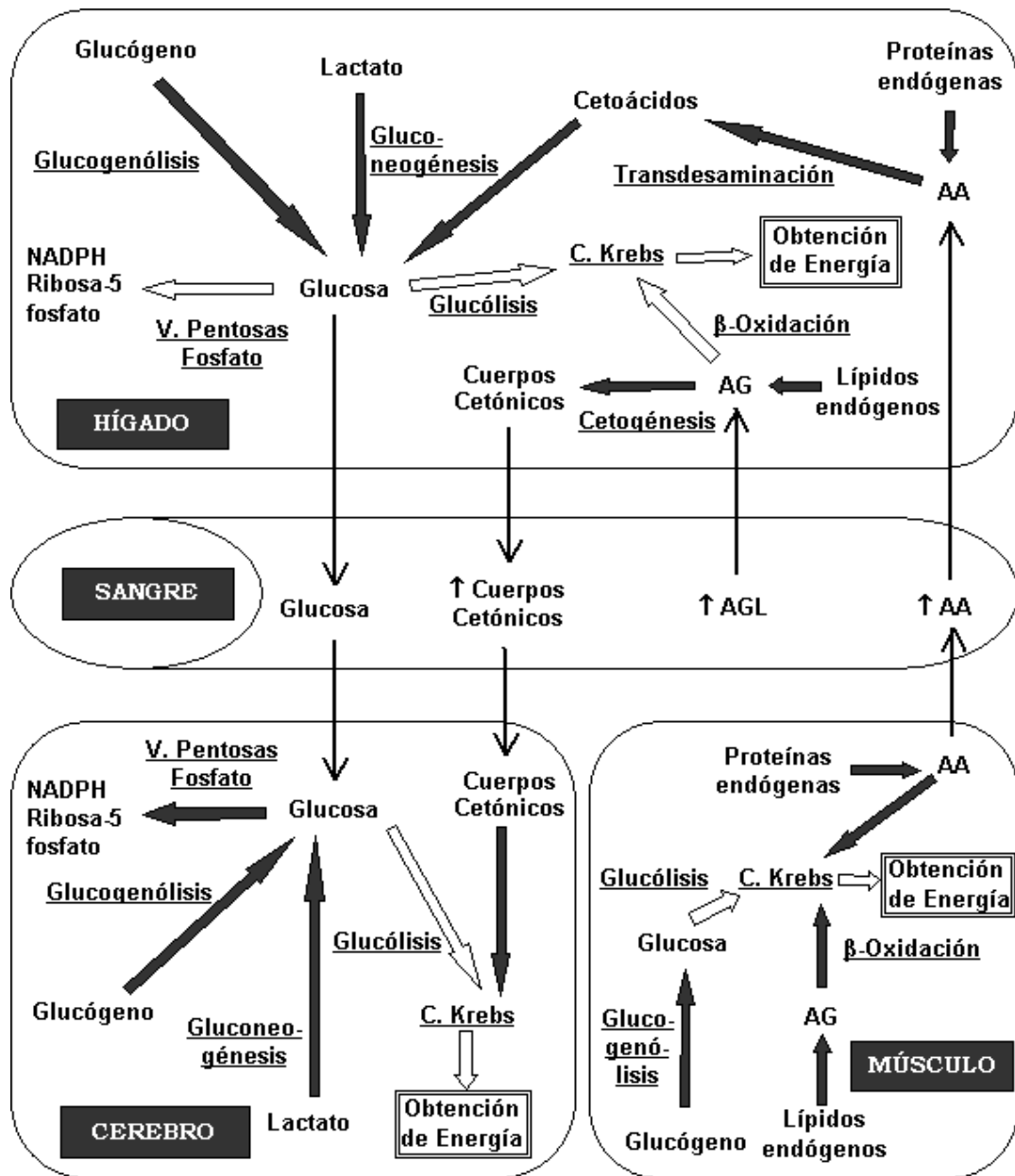
En una investigación desarrollada con la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) por (Soengas *et al.*, 1998) ocurre una disminución significativa de la glucemia en el cuarto día de ayuno, esta condición provoca cambios en el metabolismo del tejido cerebral, como en el caso del glucógeno, presenta un aumento en su desplazamiento, ocasionando que los niveles de glucógeno presente una disminución y haya un aumento en la actividad del glucógeno fosforilasa, como también un incremento en la acción de la β -hidroxibutirato deshidrogenasa y en el uso del β -hidroxibutirato como fuente energética en lo que concierne a los peces sin restricción alimenticia, en condiciones de ayuno los peces presentan un declive de la vía glucolítica y un incremento en el empleo de los cuerpos cetónicos como fuentes energéticas en función del séptimo día de restricción alimenticia (Vigliano *et al.*, 2002).

2.2.10.3. Modificaciones metabólicas a nivel del musculo esquelético

En condiciones de privación del alimento de acuerdo a la especie y al tiempo que dure el ayuno, se usa distintas reservas energéticas, es por eso que los niveles de glucógeno, lípidos y proteínas del músculo esquelético presentan variabilidad y ocurre una preferencia selectiva entre las diferentes reservas energéticas en

periodos de privación del alimento (Vigliano *et al.*, 2002), en un estudio realizado por (Black & Love, 1986) con el bacalao del atlántico (*Gadus morhua*) se le aplicó una restricción alimenticia de 107 días (experimento 01) y 154 días (experimento 02) donde los lípidos hepáticos se disminuyeron primero por ser de preferencia como fuente energética por la especie y las proteínas también son degradadas para poder conseguir energía mientras dure la privación alimenticia.

La relación ARN/ADN es una herramienta con un potencial para observar el desarrollo de los organismos acuáticos (Bhat *et al.*, 2020), esta correlación ARN/ADN en el músculo blanco y el hígado se vinculan efectivamente con la síntesis de proteínas ((Bulow, 1987, citado por Bastrop *et al.*, 1991) y que va relacionado con la alimentación que reciben los peces, un estudio realizado por (Bastrop *et al.*, 1991) con carpas (*Cyprinus carpio*) en etapa juvenil, notaron una pérdida del 43 % en el cociente ARN/ADN en los tejidos musculares durante la restricción alimenticia, a lo cual, habría una disminución en la acción de síntesis de la proteína, siendo los aminoácidos empleados como suministro de energía en el tejido muscular, en períodos de privación del alimento (Vigliano *et al.*, 2002).

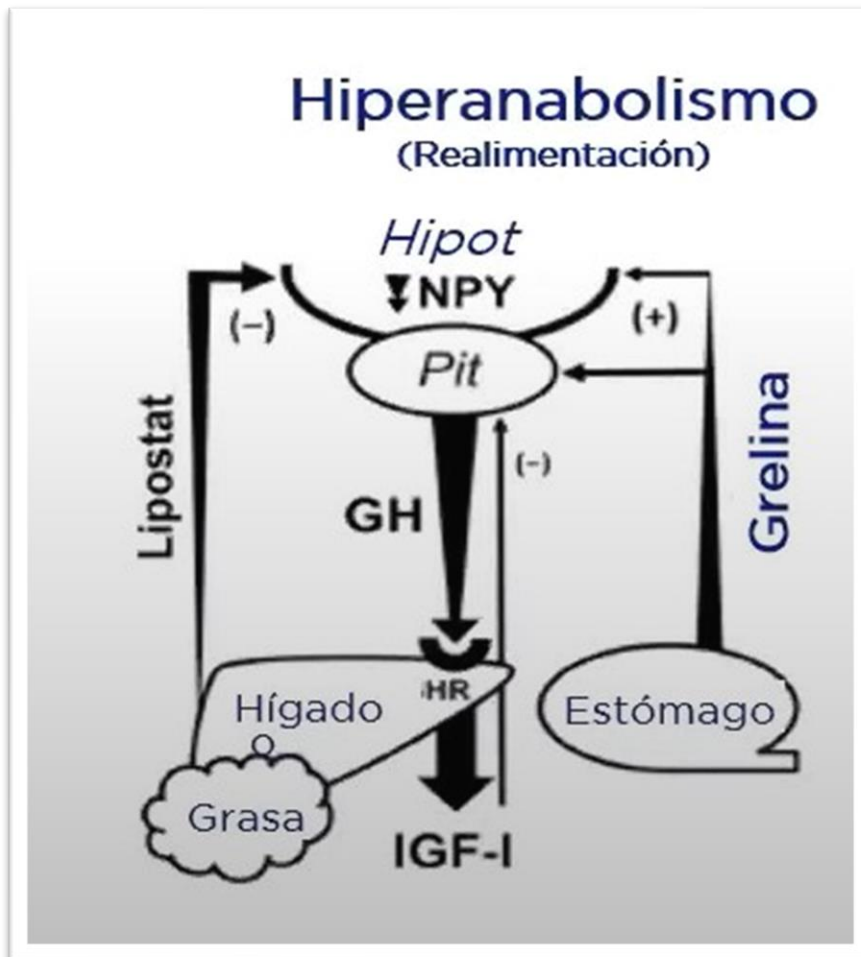


Donde: AA: aminoácidos; AG: ácidos grasos; AGL: AG libres.
 Transporte de metabolitos → Vías metabólicas con descenso ⇨
 y aumento de actividad ⇨

Figura 5. Actividad metabólica entre los principales órganos de los peces durante el ayuno.
Fuente: (Vigliano et al., 2002).

2.2.11. Reacciones metabólicas durante la realimentación

Cuando se establecen períodos de ayuno (cortos o prolongados) el espécimen al no recibir su alimento, utiliza las reservas energéticas, a lo cual, es por eso que los niveles de glucógeno, lípidos y proteínas en el cuerpo presentan una disminución (Shimeno *et al.*, 1990), y que a su vez, durante esta inanición el factor de crecimiento insulínico (IGF-I) a nivel hepático presenta una disminución y un efecto adverso presentan la grelina en el estómago y la hormona de crecimiento (GH) que tienen un incremento en su producción, en estas etapas de catabolismo (restricción alimenticia), de manera que, provocan que exista un mayor incentivo en el apetito de él espécimen (Won & Borski, 2013) y que cuando se reestablece la alimentación (hiperanabolismo) (Won & Borski, 2013), estos componentes se recuperan (Shimeno *et al.*, 1990), ocurriendo un fenómeno de hiperfagia (Ali *et al.*, 2003), como es en el caso de la hormona de crecimiento (GH), se reanuda su susceptibilidad hepática y el factor de crecimiento insulínico (IGF-I) muestran un aumento en sus niveles, dando como resultado un crecimiento rápido y que cuando se recobran las reservas energéticas, la señalización orexigénica se reduce y la hiperfagia se repliega (Won & Borski, 2013).



Donde: Pit: pituitaria; Hipot: hipotálamo; NPY: neuropéptido Y;

GH: hormona de crecimiento; GHR: receptor de hormona de crecimiento;

IGF-I: factor de crecimiento insulínico.

Figura 6. Respuestas metabólicas en la realimentación después de períodos de ayuno.

Fuente: (Won & Borski, 2013)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de tesis se realizó en la laguna “Los Milagros”, que se encuentra ubicado en el caserío Los Milagros, del distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, de la región de Huánuco; cuyas coordenadas UTM son las siguiente: Zona: 18L, E: 390654 y N: 8989006, con una Altitud de 675 msnm.

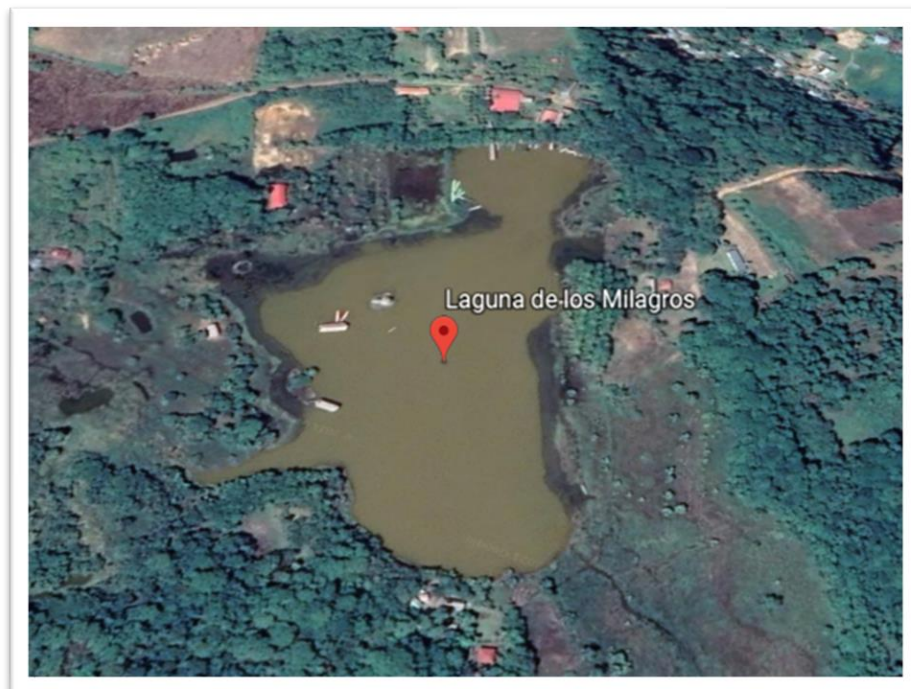


Figura 7. Lugar de ejecución de la investigación.
Fuente: Elaboración propia

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental.

3.3. Nivel de investigación

El trabajo de tesis es de nivel experimental explicativo.

3.4. Diseño Experimental

En el presente trabajo de investigación el diseño experimental que se aplicó, es el diseño completamente al azar (DCA) con 04 tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales, indicando que antes del período experimental se realizó una etapa de pre-cría que duro 108 días y, posteriormente, se empezó con el experimento que duró 93 días, en el período experimental se utilizaron un total de 72 acarahuzús (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, los tratamientos se distribuyeron como se detalla a continuación:

- Tratamiento 01: Alimentación a saciedad durante 06 días y 01 día de ayuno.
- Tratamiento 02: Alimentación a saciedad durante 05 días y 02 días de ayuno.
- Tratamiento 03: Alimentación a saciedad durante 04 días y 03 días de ayuno.
- Tratamiento 04 (Testigo): Alimentación todos los días.

Tabla 1

Distribución de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones en la etapa experimental.

Tratamientos	Repeticiones			Total
	R1	R2	R3	
T1	06	06	06	18
T2	06	06	06	18
T3	06	06	06	18
Testigo	06	06	06	18
Total	24	24	24	72

Fuente: Elaboración propia

En las unidades experimentales se trabajó con una densidad de siembra de 06 peces/m³ de agua.

3.5. Operacionalización de las variables

3.5.1. Variable independiente:

- Diferentes períodos de ayuno según el diseño experimental planteado.

3.5.2. Variable dependiente:

- Crecimiento compensatorio

Tabla 2

Operacionalización de las variables dependiente e independiente del trabajo de Investigación.

VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
VARIABLE DEPENDIENTE Crecimiento compensatorio	El crecimiento compensatorio es un proceso fisiológico, metabólico donde el organismo acuático, son capaces de presentar un mayor consumo del alimento (hiperfagia), una mejor conversión en músculo pasando por una fase de crecimiento acelerado, manifestándose así una compensación en crecimiento por el tiempo de privación de alimento, sin embargo, esto varía según la especie.	Crecimiento	- Peso - Talla - CC - GP - GL - TCE - FCA - K - S	- g - cm - Unidad - g - cm - Unidad - Unidad - Unidad - Unidad
VARIABLE INDEPENDIENTE Períodos de ayuno	Ayuno o restricción alimenticia es la privación, restricción o reducción del alimento, provocando que ocurran reacciones fisiológicas y metabólicas del pez, usando sus reservas energéticas, primeramente, dándose una movilización del glucógeno, y si aumenta el período de ayuno se utilizarán lípidos y proteínas.	Ayuno o restricción alimenticia	Diferentes Períodos de ayuno	- 1 dA / 6 da - 2 dA / 5 da - 3 dA / 4 da - Sin ayuno

Donde: **da**: día (s) de ayuno; **da**: días de alimentación; **CC**: Crecimiento compensatorio; **GP**: Ganancia de peso; **GL**: Ganancia de longitud; **GPD**: Ganancia de peso diario; **TCE**: Tasa de crecimiento específico; **FCA**: Factor de Conversión Alimenticia; **K**: Factor de condición; **S**: Supervivencia

Fuente: Elaboración propia

3.6. Población y muestra

3.6.1. La población

La población estuvo conformada por los especímenes juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) de la finca “El encanto de Saipai”, que está ubicada a 27 Km de la ciudad de Tingo María.

3.6.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por el conjunto de especímenes de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) en etapa juvenil de cada uno de los 04 tratamientos y 03 repeticiones.

3.7. Materiales y equipos

3.7.1. Material biológico

- 72 especímenes de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) en etapa juvenil.

3.7.2. Materiales

- 12 jaulas flotantes artesanales de bambú de 1m³ con malla anchovetera de ¼ de cocada sin nudo.
- Huincha de 5m.
- Serrucho.
- Cabos de nylon de ¼ de pulgada.
- Cabos de Nylon de ¾ de pulgada.
- Hilos de nylon.
- Agujas.
- Cuchillo.
- Taladro eléctrico con batería.
- Sacos de polipropileno.
 - Bidones vacíos de aceite.
 - Bidones verdes vacíos de 2 y 3 galones.
 - Marcador negro.
 - Bote
 - Jamo de 35 cm x 35 cm.
 - Baldes PVC de 10 L.
 - Ictiómetro de 50 cm.
 - Cucharas surtidoras.
 - Formatos de registro.
 - Bolsas de traslado.
 - Balón de oxígeno de 10m³

- Laptop
- Tinas de 40 L
- Cuaderno de apuntes
- Red de arrastre de ½ pulgada
- JBL PROAQUATEST O₂, marca JBL, Test colorimétrico para calcular el oxígeno disuelto del agua
- JBL PROAQUATEST NH₄, marca JBL, Test colorimétrico para calcular el amonio
- Bolígrafos, lápiz, lapicero y hojas bond
- Calculadora
- Memoria USB
- Cámara digital

3.7.3. Equipos

- Balanza gramera con precisión de 0.01 g, marca SCALLE
- Termómetro, Marca Genérico
- Ph Metro digital con buffer, Marca Genérico - Modelo: TPH01605

3.7.4. Insumos

- Alimento Balanceado de hundimiento lento para trucha de calibre 2.5 x 2.5 mm, color marrón, con características químicas: Proteína 42%, Grasa 15%, Humedad 12%, Fibra 3% y Cenizas 12%, marca AQUATECH PECES

- Sal Industrial sin Yodo

3.8. Métodos

3.8.1. Construcción e instalación de las unidades experimentales

Se construyeron 12 jaulas flotantes de bambú (*Dendrocalamus asper*) de 1m³ por cada unidad experimental, procediendo primero a identificar el material que se iba a utilizar para el armazón (Ver Anexo, Figura 24), luego se hizo la extracción del bambú con cortes de acuerdo a las medidas requeridas y seleccionando a los que se encontraban en mejor estado (Ver Anexo, Figura 25, 26 y 27).

Se empezó a armar el armazón en base a las dimensiones establecidas del presente trabajo de investigación (Ver Anexo, Figura 28), luego se procedió a hacer nudos con cabo de ¼ de pulgada para sujetar el armazón (Ver Anexo, Figura 29), una vez terminado la confección de las bolsas para las jaulas flotantes de malla anchovetera de ¼ de pulgada de cocada, sin nudo, cocidas con hilo de nylon (Ver Anexo, Figura 21, 22 y 23), se comenzó a recubrir los armazones con las bolsas de cultivo confeccionadas, siendo sujetadas con hilo de nylon y con cabo de ¼ de pulgada, en la parte superior de las jaulas se cubrió con el mismo tipo de malla, para evitar pérdidas de peces por parte de depredadores o aves ictiófagas (Ver Anexo, Figura 30 y 31).

Se colocaron en dos lados de cada unidad experimental y en los extremos de cada armazón bidones vacíos de aceite de un galón y bidones verdes de 2 y 3 galones que cumplieron la función de flotadores y después se procedió a rotular cada jaula (Ver Anexo, Figura 34 y 35).



Figura 8. Distribución de cada unidad experimental con su respectivo tratamiento y repetición.

Fuente: Elaboración propia.

Para proceder con la instalación de las jaulas flotantes en un lugar determinado de la Laguna de los Milagros (Ver Anexo, Figura 65), se colocaron anclas en base a piedras envueltas con malla o sacos de polipropileno sujetadas con cabos de Nylon de $\frac{3}{4}$ de pulgada en cada extremo de las jaulas, con el propósito de fijarlas en la laguna, se dejó sumergir las jaulas dejando un borde de 10 cm fuera del agua con el fin de evitar fugas por parte de los peces del trabajo de investigación y como también evitar el ingreso de otros peces invasores de la misma laguna (Ver Anexo, Figura 32, 33 y 34), en caso que la altura o nivel del agua de la Laguna de los Milagros aumente o presente una disminución, se regulaba los anclas de las jaulas flotantes para que estén estables o no se hundan estas infraestructuras, se

podía evidenciar la altura del cuerpo de agua con un Limnómetro puesto por los pobladores de la zona (Ver Anexo, Figura 63).

3.8.2. Selección de los especímenes y Transporte

Los especímenes del trabajo de investigación se trajeron de la piscigranja el Encanto de Saipai, caserío Saipai, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, previamente fueron puestas en un tanque de geomembrana de 4 m de diámetro y de 1.20 m de altura y con la ayuda de una red de arrastre de ½ pulgada de cocada se utilizó para poder seleccionar los ejemplares requeridos para el experimento (Ver Anexo, Figura 36).

Seguidamente se pusieron los peces seleccionados en una piscina estructural de 2,59 x 1,7 x 0,60 m para facilitar la selección, tenía un flujo de agua constante, después se procedió a pesar y a medir una muestra del 10 % del total de los ejemplares teniendo un peso promedio de 22.60 g y longitud promedio de 8.79 cm (Ver Anexo, Figura 37 y 38), posteriormente se pusieron bolsas en los baldes de 20 L de capacidad, se llenaron 2/3 de agua y se pusieron los ejemplares dentro de la bolsa con agua, se inyectó oxígeno y se amarró para su transporte de la piscigranja a la Laguna de los Milagros (Ver Anexo, Figura 39, 40 y 41).

3.8.3. Etapa de Pre-cría

Una vez hecho la siembra de los especímenes en la Laguna de los Milagros (Ver Anexo, Figura 42 y 43), se empezó con la etapa de pre-cría como parte de su adaptación al nuevo medio y para que lleguen a un peso y longitud requerido para el inicio del experimento, se pusieron 10 peces en cada unidad experimental y se les dio las mismas condiciones en cuanto al manejo y alimentación, en esta etapa tuvo una duración de 108 días.

Se empezó a alimentar a los ejemplares con el alimento balanceado extruido, para la etapa de crecimiento, de la marca AQUATECH de 32% PB para tilapia (Ver Anexo, Figura 52), sin embargo, debido a que los peces no se adaptaron muy bien a este alimento, se procedió a cambiar de alimento con el alimento balanceado, de hundimiento lento, para la etapa de crecimiento, de la marca AQUATECH de 42 % PB para trucha (Ver Anexo, Figura 53), teniendo una mejor aceptación por parte de los especímenes, por las razón que el acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) es una especie con una tendencia a carnívora, requiriendo un mayor porcentaje de proteína mayor.

En esta etapa se presentó una mortalidad considerable, pudiendo ser por las condiciones nuevas para el cultivo de la especie, procediendo a retirar a los peces muertos (Ver Anexo, Figura 60), se hicieron baños profilácticos después de cada evaluación biométrica, la mortalidad también se presentó por los comportamientos

caníbales de los especímenes, se evidenció las lesiones que mostraron los peces muertos (Ver Anexo, Figura 61 y 62).

3.8.4. Etapa experimental

Los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) alcanzando un peso promedio de 49.47 g y de longitud promedio de 13.10 cm, se procedió a empezar con el experimento, que tuvo una duración de 93 días, con una densidad de siembra de 6 peces/m³, con 3 tratamientos y un testigo (3 repeticiones por cada grupo), siendo doce jaulas flotantes (unidades experimentales), haciendo un total de 72 peces, en esta etapa se observó constantemente el comportamiento de los juveniles de acarahuzú con respecto a cada tratamiento y haciendo un registro diario hasta la culminación del experimento.

3.8.5. Muestreos Biométricos

En horas tempranas, usando un bote como medio de transporte hacia las jaulas flotantes (Ver Anexo, Figura 64 y 66), se hizo la biometría de los especímenes de cada unidad experimental, se hicieron 5 evaluaciones biométricas durante el período experimental, el control biométrico empezó sacando a todos los peces de la jaula con un jamo de 35 cm x 35 cm (Ver Anexo, Figura 44 y 45), poniéndolos en una tina de 40L de capacidad con agua de la Laguna de los Milagros (Ver Anexo, Figura 46), para la medición del peso de los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), se usó una balanza gramera con precisión de 0.01 g, marca

SCALLE y para medir la longitud se usó un ictiómetro artesanal, y a su vez, se hacia el registro correspondiente en un formato elaborado para los muestreos de longitud y peso (Ver Anexo, Figura 47, 48 y 49).

Una vez terminado la evaluación biométrica, se procedió a hacer una solución de agua con una concentración de sal de 8 ppt/L (baños profilácticos) en una tina, se pusieron a los peces ahí por un tiempo de 10 segundos y luego se pusieron en otra tina con agua para posteriormente devolverlos a sus jaulas, así se procedió por cada unidad experimental, haciendo un total de 12 muestreos por ese día de control biométrico (Ver Anexo, Figura 50 y 51).

3.8.6. Registro de parámetros fisicoquímicos

Durante la etapa de pre-cría y la etapa experimental se hizo el registro de los parámetros fisicoquímicos, en cuanto al oxígeno disuelto, amonio y PH se evaluaron cada 15 días tanto en la mañana como en la tarde (Ver Anexo, Figura 56, 57, 58 y 59), la temperatura se registró todos los días en la mañana y la tarde (Ver Anexo, Figura 55), los parámetros fisicoquímicos evaluados estuvieron entre los rangos adecuados para la especie de la investigación.

3.8.7. Alimentación

El alimento que se empezó a suministrar a los juveniles de acarahuzú durante la etapa de pre-cría, fue un alimento balanceado extruido de 32 % PB para

tilapia (Ver Anexo, Figura 52), observando que no tenía la aceptación esperada por parte de los peces, el desaprovechamiento era muy considerable y continuo, se procedió a cambiar de alimento balanceado que era de hundimiento lento para trucha de 42 % PB (Ver Anexo, Figura 53), que presentó mayor aceptación por parte de los peces y que se les dio hasta el final del experimento.

La alimentación se les dio tanto en la mañana (09:00 am) como en la tarde (04:00 pm) a saciedad (Ver Anexo, Figura 54), las restricciones del alimento se dieron de acuerdo con cada tratamiento de la investigación realizada, durante la etapa experimental en un tiempo determinado se presentaron fuertes vientos y lluvias, se procedía a no alimentar ese turno (mañana o tarde) y se corría el horario de alimentación en el caso que por las condiciones climatológicas no permitan alimentar ese día.

3.8.8. *Crecimiento compensatorio*

Con el propósito de evaluar el crecimiento que presentan los especímenes después de presentar las restricciones alimenticias después de la biometría final por cada unidad experimental, se evaluó a través de una fórmula el crecimiento compensatorio, que según (Mamani, 2018) es la siguiente:

$$CC = \frac{PF - PI}{PI} \times 100$$

Donde:

CC = Crecimiento compensatorio

PF = Peso final

PI = Peso inicial

3.8.9. Índices zootécnicos

Para evaluar y cuantificar los resultados obtenidos por cada tratamiento del experimento desde el punto de vista zootécnico, los índices que se evaluarán son:

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.

$$\text{TCE} = \frac{\text{Ln PF} - \text{Ln PI}}{\text{T}} \times 100$$

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.

$$\text{FCA} = \frac{\text{AC}}{\text{BG}}$$

Donde:

AC = Alimento consumido

BG = Biomasa ganada

e) Factor de condición (K)

Es el grado de bienestar de un pez en relación con el ambiente en el que se encuentra y el alimento que recibe.

$$K = \frac{P}{L^3} \times 100$$

Donde:

P = Peso total

L = Longitud

f) **Supervivencia (S)**

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

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

Donde:

N° Pi = Número de peces al inicio

N°Pf = Número de peces al final

3.9. Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos en la investigación se registraron primeramente en la hoja de cálculo de Microsoft Excel para su almacenamiento y obtener los valores productivos del trabajo de investigación, después se procedió a comparar todos los resultados. Se aplicó un DCA por medio del análisis de varianza (ANOVA), usando el programa estadístico **SPSS VERSIÓN 27** y cuando presentaron diferencia significativa se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Crecimiento de los peces y Crecimiento compensatorio

La fase de experimentación que tuvo una duración de 93 días, como se muestra en la tabla 3 donde los pesos iniciales y finales (g) y las longitudes iniciales y finales (cm) no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos con el testigo en el trabajo de investigación. En cuanto al crecimiento compensatorio que se presentó por cada tratamiento y el testigo, hubo diferencias significativas según el análisis de varianza (ANOVA) con ($p<0.05$).

Tabla 3

Parámetros de crecimiento de los juveniles de acarahuazú (Astronotus ocellatus) de los diferentes tratamientos durante un período de 93 días.

PARÁMETROS PRODUCTIVOS	T1	T2	T3	TESTIGO	F	P
Longitud inicial (cm)	13.29 ± 0.24	12.94 ± 0.46	12.88 ± 0.46	13.29 ± 0.49	0.803	0.526
Longitud final (cm)	13.92 ± 0.43	13.73 ± 0.20	13.94 ± 0.46	13.96 ± 0.65	0.156	0.923
Peso inicial (g)	50.83 ± 3.33	47.64 ± 3.72	47.92 ± 4.46	51.49 ± 7.10	0.490	0.699
Peso final (g)	55.95 ± 3.88	53.47 ± 2.48	55.40 ± 4.40	56.74 ± 7.58	0.237	0.868
Crecimiento compensatorio (%)	10.05 ± 0.56 ^a	12.44 ± 3.72 ^{ab}	15.69 ± 1.71 ^b	10.26 ± 1.44 ^a	4.307	0.044

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Crecimiento en peso (g)

Al inicio de la fase experimental los especímenes del trabajo de investigación estuvieron con un peso promedio por cada tratamiento de T1 (50.83 ± 3.33), T2 (47.64 ± 3.72), T3 (47.92 ± 4.46) y Testigo (51.49 ± 7.10), que según el análisis de varianza (ANOVA) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) y en cuanto al peso final que estos estuvieron al finalizar el experimento (93 días de duración) fue de T1 (55.95 ± 3.88), T2 (53.47 ± 2.48), T3 (55.40 ± 4.40) y Testigo (56.74 ± 7.58), no habiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) por cada tratamiento, así como se muestra en la tabla 3, que se confirmará en la figura 9.

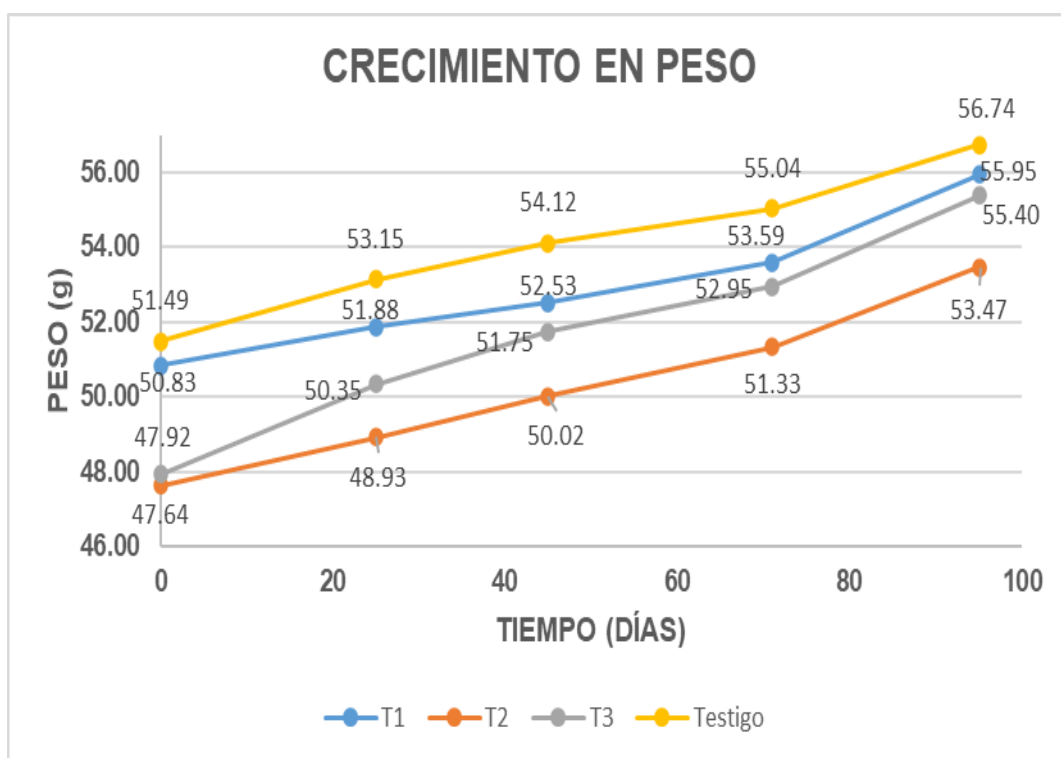


Figura 9. Crecimiento en peso de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) durante la fase experimental del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Crecimiento en Longitud (cm)

En la tabla 3, muestra que al inicio de la fase experimental los especímenes del trabajo de investigación estuvieron con una longitud promedio por cada tratamiento de T1 (13.29 ± 0.24), T2 (12.94 ± 0.46), T3 (12.88 ± 0.46) y Testigo (13.29 ± 0.49), que según el análisis de varianza (ANOVA) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) y en cuanto a la longitud final que estos tuvieron al finalizar el experimento fue de T1 (13.92 ± 0.43), T2 (13.73 ± 0.20), T3 (13.94 ± 0.46) y Testigo (13.96 ± 0.65), no habiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) por cada tratamiento se confirmará en la figura 10.

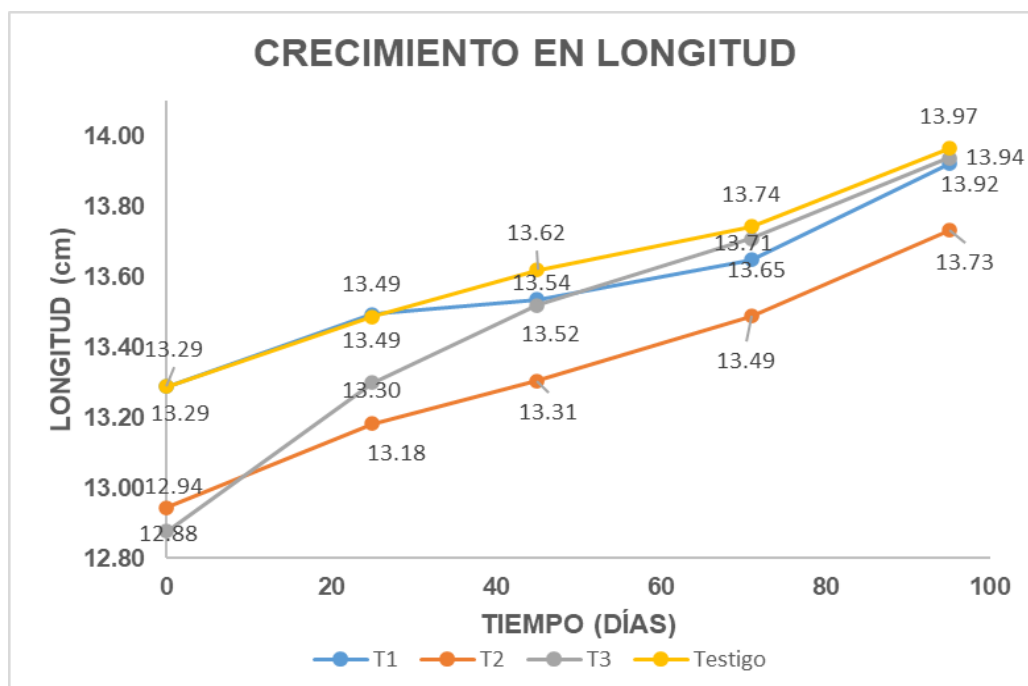


Figura 10. Crecimiento en longitud de los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) durante la fase experimental del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Crecimiento compensatorio (%)

Tal como se muestra en la tabla 3 durante la etapa experimental de la investigación el crecimiento compensatorio en base al peso inicial presentado por el T3 (15.69 ± 1.71) fue mayor en comparación de los otros tratamientos que fue de T1 (10.05 ± 0.56), T2 (12.44 ± 3.72) y Testigo (10.26 ± 1.44); según el análisis de varianza (ANOVA), hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, el T3 presentó diferencias significativas solo con relación al T1 y testigo, el T1, T2 y testigo no presentaron diferencias significativas entre ellos, como se corroborará en la figura 11.

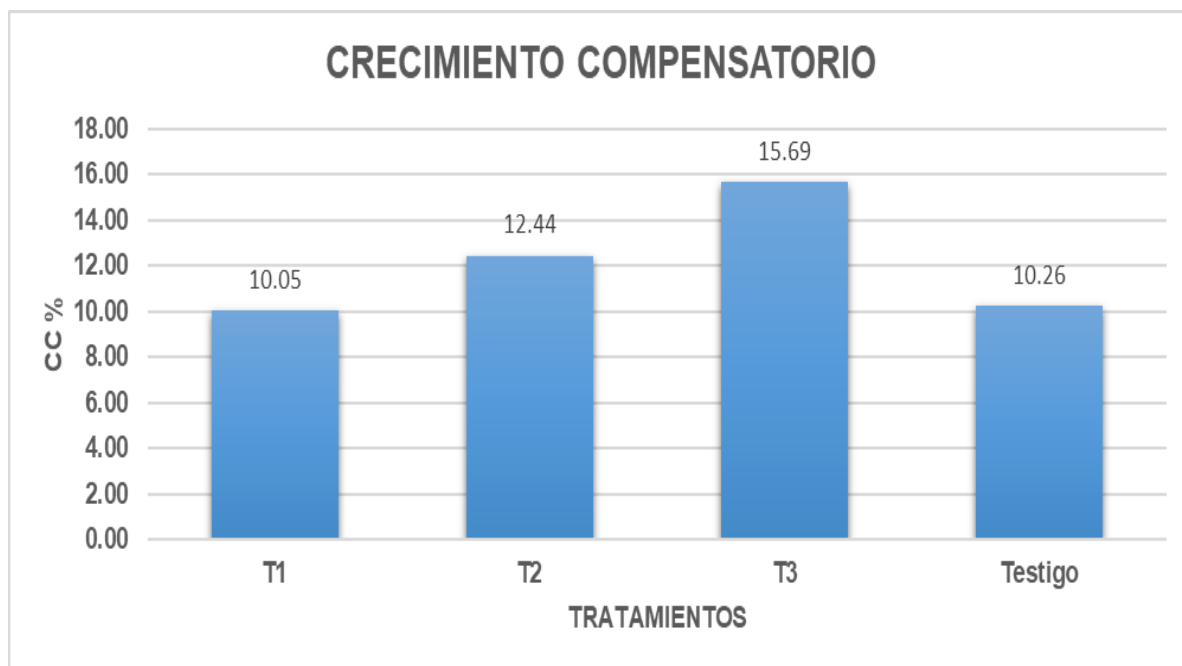


Figura 11. Crecimiento compensatorio presentado en los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) por tratamiento durante el trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Índices zootécnicos

En la tabla 4 se muestra los valores de los índices zootécnicos de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento que se presentaron al finalizar el trabajo de investigación que tuvo una duración de 93 días.

Tabla 4

*Valores promedio de los índices zootécnicos de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de los diferentes tratamientos.*

ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	T1	T2	T3	TESTIGO	F	P
Ganancia de peso (g)	5.12 ± 0.58 ^a	5.83 ± 1.25 ^{ab}	7.47 ± 0.35 ^b	5.25 ± 0.80 ^a	5.253	0.027
Ganancia de longitud (cm)	0.63 ± 0.19	0.79 ± 0.27	1.06 ± 0.22	0.68 ± 0.24	2.085	0.181
Tasa de crecimiento específico (%)	0.10 ± 0.01	0.13 ± 0.04	0.16 ± 0.02	0.11 ± 0.02	3.724	0.061
Factor de conversión alimenticia (FCA)	1.86 ± 0.12	1.73 ± 0.06	1.67 ± 0.06	1.78 ± 0.11	2.448	0.139
Factor de condición (K)	2.07 ± 0.06	2.06 ± 0.01	2.04 ± 0.06	2.07 ± 0.02	0.285	0.835
Supervivencia (%)	100	100	100	100		

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Ganancia de peso (g)

En la tabla 4 se muestra que durante la etapa experimental de la investigación la ganancia de peso mostrado por el T3 (7.47 ± 0.35) presentó un mayor valor en comparación con los otros tratamientos que fueron de T1 (5.12 ± 0.58), T2 (5.83 ± 1.25) y Testigo (5.25 ± 0.80), según el análisis de varianza (ANOVA) hubo diferencias significativas (p<0.05) entre los tratamientos, el T3

presentó diferencias significativas solo con relación al T1 y testigo, el T1, T2 y testigo no presentaron diferencias significativas entre ellos, en la figura 12 se muestra también los valores obtenidos de la ganancia de peso de los tratamientos.



Figura 12. Ganancia de peso promedio de los juveniles de acarahuaquí (*Astronotus ocellatus*) por tratamiento durante el trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Ganancia de longitud (cm)

La ganancia de longitud que se obtuvieron de los juveniles de acarahuaquí (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento durante el experimento, así como se muestra en la tabla 4 y en la figura 13 fue de T1 (0.63 ± 0.19), T2 (0.79 ± 0.27), T3 (1.06 ± 0.22) y Testigo (0.68 ± 0.24), donde el T3 presentó un valor algo mayor que los otros tratamientos, aunque según el análisis de varianza (ANOVA), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).



Figura 13. Ganancia de longitud promedio de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) por tratamiento durante el trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Tasa de crecimiento específico (%)

En la tabla 4 y en la figura 14 se muestran los valores de la tasa de crecimiento específico que se obtuvieron de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento, donde los valores presentados fueron de T1 (0.10 ± 0.01), T2 (0.13 ± 0.04), T3 (0.16 ± 0.02) y Testigo (0.11 ± 0.02), donde el T3 presentó un valor algo mayor que los otros tratamientos, sin embargo, según el análisis de varianza (ANOVA), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

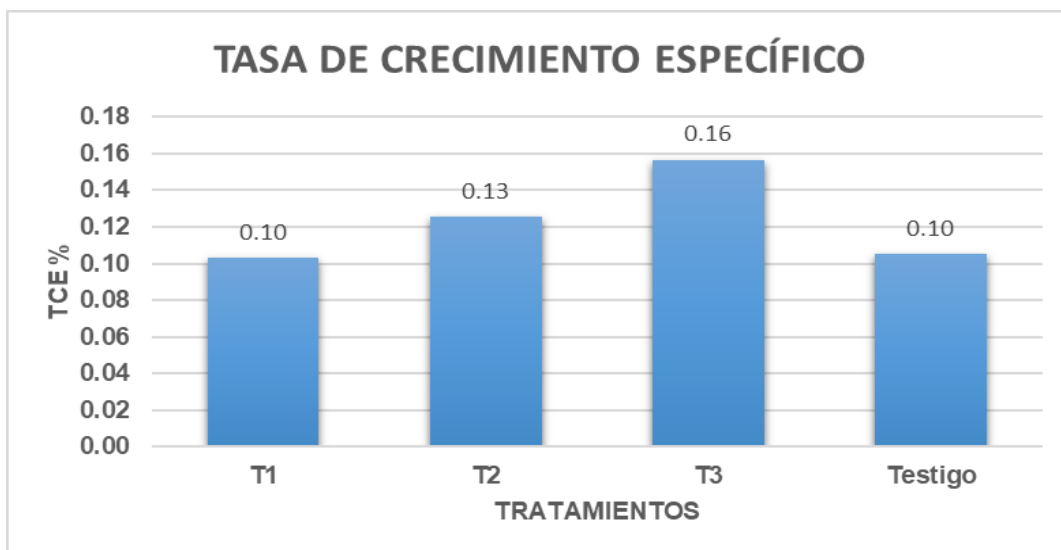


Figura 14. Tasa de crecimiento específico promedio de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) por tratamiento en el trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Factor de conversión alimenticia (FCA)

En el trabajo de investigación el factor de conversión alimenticia promedio que se obtuvieron de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento, así como se muestra en la tabla 4 y figura 15, fueron del T1 (1.86 ± 0.12), T2 (1.73 ± 0.06), T3 (1.67 ± 0.06) y Testigo (1.78 ± 0.11), según el análisis de varianza (ANOVA), no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

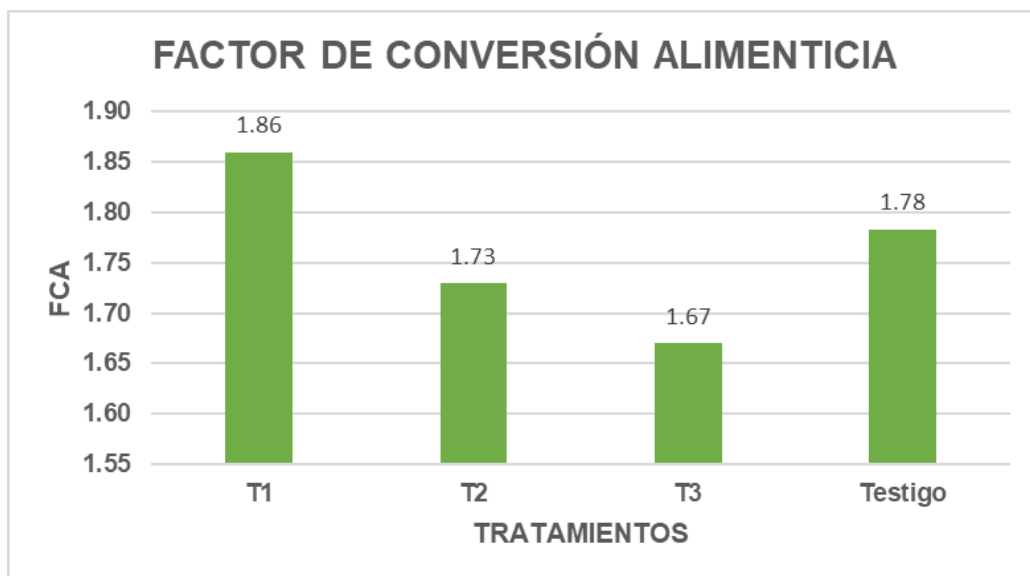


Figura 15. Factor de conversión alimenticia promedio presentado por los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento durante la fase de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Factor de condición (K)

En el trabajo de investigación el factor de condición promedio que se obtuvieron de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento, así como se muestra en la tabla 4 y figura 16 fueron del T1 (2.07 ± 0.06), T2 (2.06 ± 0.01), T3 (2.04 ± 0.06) y Testigo (2.07 ± 0.02), según el análisis de varianza (ANOVA), no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

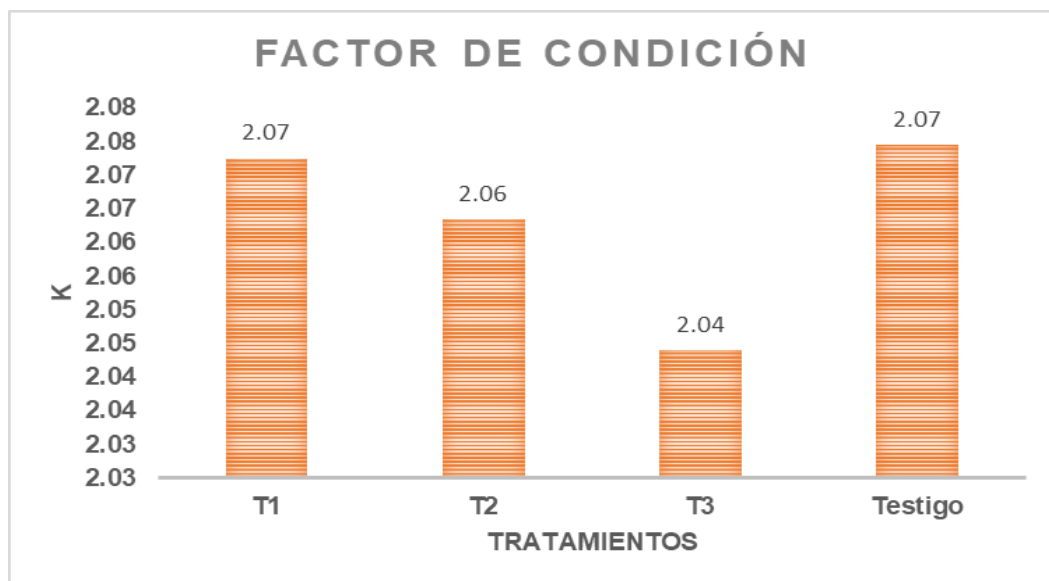


Figura 16. Factor de condición promedio de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) por cada tratamiento en el trabajo de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. 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 4 y figura 17.



Figura 17. Supervivencia presentada por los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) de cada tratamiento durante toda la fase de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Parámetros fisicoquímicos del agua de la Laguna de los Milagros

4.3.1. Temperatura del agua

Durante la fase de experimentación, como se observa en la figura 18, la temperatura del agua se mantuvo entre los rangos aceptables para la crianza de los juveniles de acarahuzú, el registro fue diario y se realizó antes de la alimentación, teniendo un valor promedio de 28.6°C por la mañana y 30.2°C por la tarde.

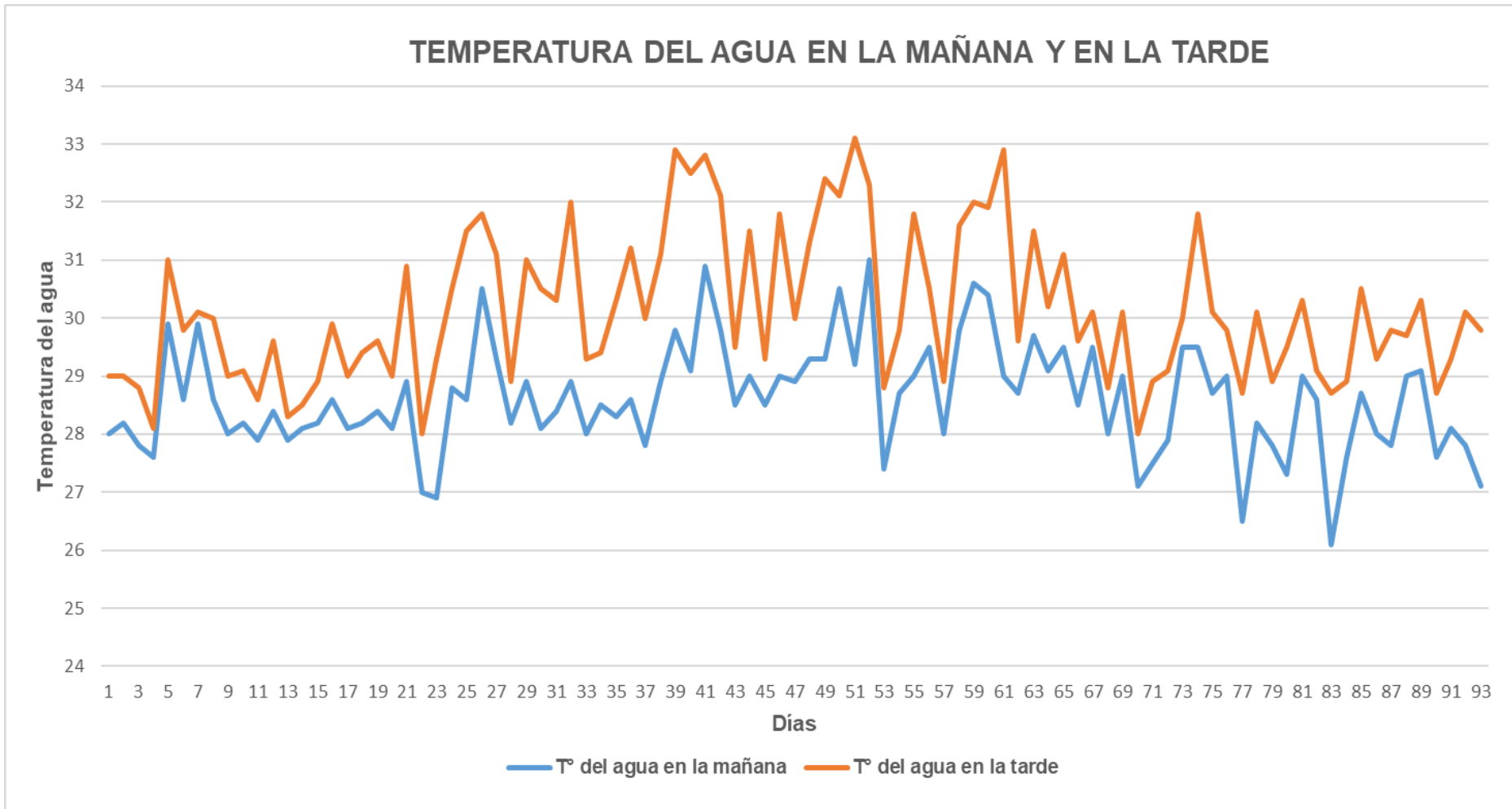


Figura 18. Temperatura del agua diaria durante toda la fase de experimentación tanto en la mañana y en la tarde.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Potencial de Hidrogeniones (PH)

El PH del agua fue tomado cada 15 días, antes de la alimentación, los valores encontrados estuvieron entre los rangos adecuados para la especie, teniendo por la mañana un PH promedio de 7.33 y por la tarde 7.70, como se observa en la figura 19.

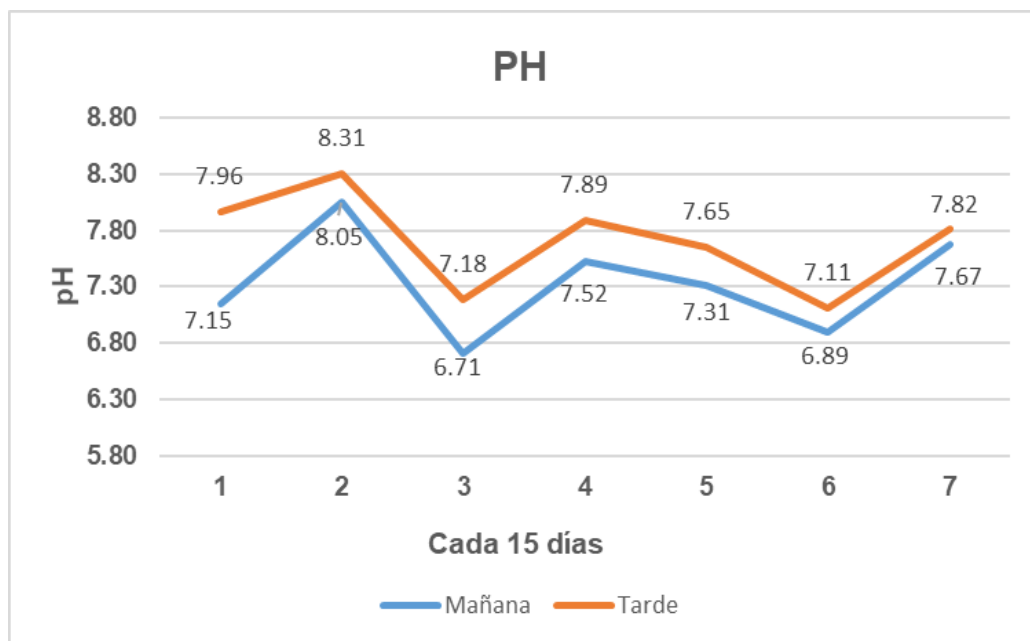


Figura 19. Ph del agua de la Laguna de los Milagros registrado cada 15 días.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Oxígeno Disuelto (O₂)

El oxígeno disuelto del agua de la Laguna de los Milagros fue tomado cada 15 días, en la mañana y en la tarde, presentó valores promedio similares durante el

día de 10 mg/L de y estuvo entre los rangos aceptables para el espécimen, como se muestra en la figura 20.

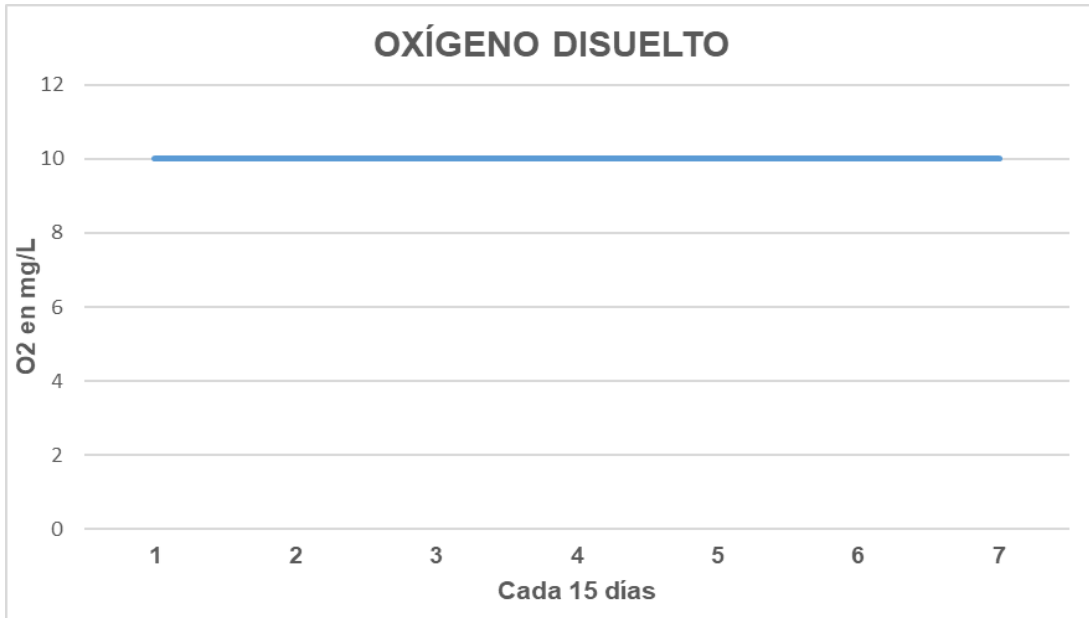


Figura 20. Oxígeno disuelto registrado cada 15 días en la mañana y en la tarde.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Amonio (NH_4)

Los valores de amonio encontrados durante la etapa de experimentación fueron de <0.05 mg/L, tanto en la mañana como en la tarde, fue registrado cada 15 días.

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

5.1. Datos de crecimiento

En la fase experimental del presente trabajo de investigación, tanto las tallas y pesos iniciales de los especímenes fueron estadísticamente homogéneos entre los tratamientos y testigo, como se muestra en la tabla 3. Tal homogeneidad permite dar una confiabilidad en los efectos de los tratamientos, siendo similar en cuanto a la credibilidad de los efectos de la variable independiente en el estudio realizado por Quio, (2020) donde sus valores iniciales no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) con los pesos promedio ($3.14^a \pm 0.02$; $2.71^a \pm 0.02$; $3.12^a \pm 0.01$; $3.13^a \pm 0.01$) en gramos y longitudes promedio ($5.90^a \pm 0.13$; $5.68^a \pm 0.04$; $5.78^a \pm 0.05$; $6.14^a \pm 0.05$) en centímetros.

En cuestión del parámetro de longitud final alcanzado por los tratamientos y testigo del experimento al finalizar el experimento, según los resultados que se observan en la tabla 3 no presentaron diferencias significativas coincidiendo con un estudio realizado por Rodríguez & Landines, (2018) con juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de 212.58 ± 12.07 g de peso y 22.43 ± 0.40 cm de longitud, donde la longitud final (en centímetros) alcanzado por parte de los peces alimentados todos los días fue de 26.54 ± 2.15 cm y los que fueron alimentados 1

día y 1 día de ayuno obtuvieron un valor de 26.56 ± 1.84 cm y que según los resultados que obtuvieron, no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) al finalizar el experimento, en base a los resultados de mi trabajo de investigación, la variable independiente no presentó un efecto sobresaliente en este parámetro productivo.

En la tabla 3 se muestra los valores de los pesos finales por los tratamientos y el testigo, obtenidos después de 93 días del experimento donde no se presentó diferencias significativas entre ellos ($p>0.05$). Tales resultados nos muestran que los efectos de los diferentes períodos de ayuno (T1:1 dA/6 da; T2: 2 dA/5 da; T3: 3 dA/4 da y Testigo: Sin ayuno) no tuvieron un efecto relevante en cuanto al peso final entre los tratamientos, sin embargo, el presente trabajo de investigación, no coincide en los resultados en un estudio realizado por Gómez *et al.*, (2016) donde evaluaron los efectos de las diferentes frecuencias de alimentación y ayunos en paco (*Piaractus brachypomus*) T1 = alimentación a saciedad 5 días y ayuno de 2 días; T2 = alimentación a saciedad 6 días y ayuno de 1 día; T3 = alimentación a saciedad 7 días; T4 = Ayuno 14 días y posterior realimentación a saciedad y T5 = alimentación siguiendo las tablas recomendadas por el fabricante del alimento, según sus resultados el T1 presentó el peso final más bajo en comparación con el T2 y T3 presentándose así diferencias significativas ($p<0.05$) entre los tratamientos, según lo que se pudo observar con el acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) tiene un comportamiento minucioso al momento de recibir el alimento comercial a

comparación de otras especies, se tiene que acostumbrar y conocer a la persona que lo alimenta, pasando por ese proceso, recién empieza a recibir el pienso de manera normal, Torres *et al.*, (2012) menciona que el metabolismo y fisiología digestiva del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) es diferente a otras especies, como en el caso del pacú (*Piaractus mesopotamicus*), siendo así, el acarahuzú no presenta las mismas características en comparación a otras especies amazónicas y exóticas de interés comercial, teniendo en cuenta la relevancia en cuanto al presente trabajo de investigación.

Al analizar los resultados obtenidos en el crecimiento compensatorio en base al peso inicial presentado por los tratamientos, como se observa en la tabla 3, donde de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), hubieron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo algo mínimas, donde el T3 (3 días de ayuno y 4 días de alimentación a saciedad) presentó el valor mayor 15.69 ± 1.71 en comparación de los otros tratamientos (T1: 10.05 ± 0.56 ; T2: 12.44 ± 3.72 y testigo: 10.26 ± 1.44), en base a los resultados se puede evidenciar que el acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) presenta esa característica de crecimiento compensatorio después de un régimen de 3 días de privación de alimento, sin embargo, T3 no fue el mejor grupo en cuanto al desempeño productivo, por la razón que en la mayoría de parámetros productivos no hubieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos y el testigo, siendo diferente en cuestión de los resultados en un trabajo de

investigación realizado por Mamani, (2018) con truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, con un peso promedio de 150 g, el diseño experimental consto de tres tratamientos (TA: Sin restricción de alimento, TB: 1 día de restricción alimenticia y 6 días de alimentación, TC: 2 días de restricción alimenticia y 5 días de alimentación), donde en 83 días que duro el experimento el crecimiento compensatorio del TA presento el mayor valor con 239,82 % en comparación de los otros tratamientos TB: 172,95 % y TC: 143,26 %, Wicki *et al.*, (2004) en su estudio con el pacú (*Piaractus mesopotamicus*) después de 923 días sin suministrarles alimento externo y realimentarlos por 207 días, presentó características de crecimiento compensatorio a pesar de no recibir alimento balanceado por un período largo, mostrando una mejor tasa de crecimiento y FCR con respecto al grupo control, similar al estudio de Lemus *et al.*, (2018) con alevinos del híbrido cachamoto (*Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*), después de 363 días sin suministrarles alimento comercial y realimentados por 180 días, presentaron un crecimiento compensatorio como mencionan los autores, alcanzando un peso promedio final de 771.67 ± 95.69 g y soportando periodos largos de ayuno, presentado esas características resistentes, igualmente que Delgado *et al.*, (2009) con la tilapia (*Oreochromis niloticus*), tuvieron un crecimiento compensatorio durante la fase de realimentación y que su intensidad dependió del tiempo de suministro de la dieta de baja calidad.

5.2. Índices zootécnicos

Los valores obtenidos en la ganancia de peso (gramos) por parte de los tratamientos del presente trabajo de investigación, como se muestra en tabla 4, se observa que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), donde el T3 (7.47 ± 0.35 g) presentó el mayor valor, aunque los resultados de la ganancia de peso del T3 no tiene una diferencia muy alargada (en gramos) en comparación del T1, T2 y testigo, puede interpretarse de acuerdo a la investigación realizada, que el acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) puede soportar condiciones de privación de alimento, mostrando una recuperación por los días ayunados, en un estudio realizado por Díaz *et al.*, (2003) se tuvo resultados algo similares con respecto al control y al tratamiento con ayuno en juveniles de dentón (*Dentex dentex*), donde el tratamiento de 1 día de ayuno y 1 día de realimentación tuvo una ganancia de peso mayor que fue de 28.86 g en comparación con el control que fue alimentado *ad libitum* y tuvo un valor de 24.94 g, sin embargo, son diferentes a un estudio realizado por Rodríguez, (2012) donde se utilizaron 64 juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de $58.40 \pm 6,56$ g de peso y $14.65 \pm 0,75$ cm de longitud total, el diseño experimental fue de 3 tratamientos (T1: un día de ayuno y uno de alimentación, T2: 3 días de ayuno y 2 días de alimentación, T3: 2 días de ayuno y 3 días de alimentación) y un control (alimentación diaria), la tasa de alimentación aplicada fue de 3 %, los resultados que se obtuvieron de este estudio mostraron que no hubieron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la ganancia de peso entre los

tratamientos (T1: 17.60 ± 3.58 g; T2: 18.31 ± 3.52 g; T3: 19.80 ± 3.10 g) y control (20.62 ± 4.64 g), concluyeron que en esta especie son capaces de adaptarse metabólicamente a condiciones de ayunos.

La ganancia de longitud presentada por los tratamientos y testigo del trabajo de investigación mostraron que en el T3 tuvo el mayor valor (1.06 ± 0.22 cm) en cuanto a este parámetro productivo, sin embargo, aplicando el análisis de varianza (ANOVA) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos y el testigo, así como se muestra en la tabla 4, indicando que cualquiera de los tratamientos no presenta un efecto sobre este parámetro, diferente a los resultados que obtuvo Zamudio, (2014) con juveniles de yamú (*Brycon amazonicus*) de 20.00 cm \pm $0,54$ cm de longitud estándar, fueron divididos en tres grupos (Control: Alimentación todos los días, Restricción moderada (RM): ayunados 2 días y 3 días de alimentación y Restricción severa (RS): Ayunados por 5 semanas y alimentación a partir de la semana 6), las 2 últimas semanas del experimento fueron alimentados todos los días todos los tratamientos, después de 84 días hubieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la longitud estándar final entre los grupos, la ganancia de longitud fue mayor en el Control: 4.65 cm con respecto a los tratamientos RM: 4.45 cm y RS: 3.75 cm, Perdomo *et al.*, (2013) también presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con la longitud final entre los tratamientos (T1: 5dA/2dR y T2: 2dA/1dR) con alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), donde la ganancia de

longitud fue mayor en el T1: 15.77 cm con respecto al T2: 14.04 cm, teniendo al T1 como el grupo que presento el mejor desempeño productivo, como lo mencionan en este estudio.

Es necesario mencionar que durante los 93 días que duró el experimento el peso y longitud ganado por parte de los especímenes no es muy considerable, similar a lo que le ocurrió a Quio, (2020) donde durante 90 días que duró la etapa experimental los juveniles de acarahuazú ganaron en peso promedio de 2.71 g y en longitud promedio de 1.14 cm, en el trabajo de investigación esta ganancia de peso y longitud podría ser debido a las condiciones climatológicas que se presentó en un tiempo de la experimentación, habían lluvias y fuertes vientos, los peces comían poco o se les tenía que cortar la alimentación en el turno que correspondía (mañana o tarde), otra situación que se detectó en la investigación es que desde el punto de vista productivo, el acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) no alcanza peso ni longitud en los cultivos en jaulas flotantes en la Laguna de los Milagros en un tiempo determinado, siendo enviado el cultivo de esta especie en ambientes no tradicionales en estos tipos de cuerpos de agua.

Los resultados de la tasa de crecimiento específico obtenidos al finalizar la etapa experimental, tal como se muestra en la tabla 4, el T3 tuvo un valor mayor de 0.16, siendo esto no muy relevante según el análisis de varianza (ANOVA), donde

no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos y testigo, coincidiendo con Delgado *et al.*, (2009) que encontraron que la tilapia (*Oreochromis niloticus*) después de haber sido suministrado con un alimento de baja calidad (HPR: harina de plátano roatán) por un par de semanas y después alimentados con un dieta comercial, presentaron una tasa de crecimiento específico que no fueron estadísticamente diferentes con los que fueron alimentados todos los días con el alimento comercial, sin embargo los resultados son diferentes con el estudio realizado por Gómez *et al.*, (2016) donde obtuvieron que la tasa de crecimiento específico en *Piaractus brachypomus* presento diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre los tratamientos, donde los peces que fueron alimentados a saciedad durante 5 días y 2 días de ayuno presentaron el valor más bajo con respecto a los otros tratamientos.

Como se observa en la tabla 4, los valores finales obtenidos del experimento, en cuestión del factor de conversión alimenticia, no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre tratamientos y el testigo, coincidiendo con los resultados que obtuvo Mamani, (2018) con la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) donde el FCA media que obtuvieron los TA (Control): 1.04; TB (1 dR/6Da): 1.16 y el TC (2 dR/5Da): 1.72, a pesar que el menor valor presentó el TA, no hubieron diferencias significativas ($p>0.05$), diferente al trabajo realizado por Poot *et al.*, (2020) quienes evaluaron en base a dos etapas: Primera etapa de restricción (RS)

del alimento de 100 % (RS100); 80 % (RS80) y el 60 % (RS60) en base una tabla de alimentación durante 6 semanas y la Segunda etapa de compensada (CS) o suministro del alimento a saciedad (CS100, CS80 y CS60) de 6 semanas con la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y un grupo control (alimentado a saciedad en ambas etapas), según sus resultados hubieron diferencias significativas ($p < 0.05$) donde el grupo control en ambas etapas presentó los valores mayores (RS: 1.39 y CS: 1.86), siendo mejor el aprovechamiento del alimento por los otros tratamientos y que coinciden con el estudio de Díaz *et al.*, (2003) con juveniles de dentón (*Dentex Dentex*) donde los tratamientos a los cuales se les aplicó ayunos parciales, presentaron los menos FCA en comparación con el grupo control al finalizar la etapa experimental.

Los valores que se obtuvieron del factor de condición, tal como se muestra en la tabla 4, no se presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos y testigo, tales resultados que se obtuvieron en el trabajo de investigación coinciden con el estudio realizado por Mamani, (2018) que evaluó el crecimiento compensatorio de la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en base a restricciones alimenticias, el factor de condición de los peces que fueron alimentados todos los días (Control: 1.44) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con los que fueron ayunados (1dR: 1.41; 2Dr: 1.39) y por Zamudio, (2014) donde aplicó ayunos cortos y prolongados con juveniles de yamú (*Brycon*

amazonicus) de 217.75 ± 14.74 g, en donde no se mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el factor K entre el tratamientos de Restricción moreda del alimento (RM); Restricción severa (RS) y el control que fueron alimentados todos los días, mostrando que los peces bajo estas etapas de privación del alimento son capaces de adaptarse y no comprometen severamente su homeostasis.

La supervivencia que se consiguió en el presente trabajo de investigación fue del 100 %, no habiendo mortalidades durante la etapa experimental, contrario a lo que paso en la etapa de pre cría donde sí hubieron bajas, una de las razones que influyó según lo que se observó, los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) en la etapa de pre cría pasaron por un proceso de adaptación a las condiciones nuevas del ambiente, ya que estos procedían de una piscigranja, como también a las resistencias que soportaron ellos a condiciones de privación del alimento no muy prolongadas, presentándose así, ya no más bajas desde el inicio hasta el final del experimento, diferente a los resultados que presentó Perdomo *et al.*, (2013) con alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) donde evaluaron el desempeño productivo bajo dos estrategias de alimentacion (T1: 5 días de alimentacion y 2 días de restriccion alimenticia, T2: 2 días de alimentacion y 1 día de restricción alimenticia), presentándose mortalidades, en el cual, el T1 presentó el mayor porcentaje de mortalidad, en los estudios de Delgado *et al.*, (2009) y Poot *et al.*, (2020) quienes investigaban el crecimiento compesatorio en la tilapia (*Oreochromis*

niloticus) después de ser privados del alimento comercial, hubieron también mortalidades en los peces durante la etapa experimental y estos últimos autores, en donde sus peces que fueron alimentados todos los días (control).

5.3. Parámetros Físicoquímicos

La temperatura del agua fue tomado y registrado diariamente durante toda la etapa experimental, así como se muestra en la figura 18, tanto en la mañana como en la tarde, siendo por la tarde, donde la temperatura alcanzaba mayores valores constantemente con un promedio de 30.2°C en comparación con la mañana que era de 28.6°C promedio, estando dentro de los rangos aceptables, así como lo menciona Guerra, (2006), donde el rango óptimo está entre los 25 a 30°C para peces amazónicos. En otras investigaciones con el acarahuazú (*Astronotus ocellatus*), Quio, (2020); Vargas & Vargas, (2018); Bernuy, (2021) no presentaron problemas en cuanto al desarrollo de esta especie en rangos de temperatura del agua de 25 a 29°C, no influenciando en los resultados de sus trabajos de investigación.

La medición y el registro del PH del agua fue tomado cada 15 días, tanto en la mañana como en la tarde, así como se muestra en la figura 19, se hicieron un total de 7 mediciones, siendo en la mañana de 7.33 promedio y por la tarde tendía a hacer más elevado de 7.70 promedio, según Campos, (2015) el rango deseable del PH para el cultivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) está entre los 6.5 a 8,

considerando que ambas especies mantienen una semejanza en cuanto a calidad del agua para sus cultivos, Guerra, (2006) reporta que para el correcto desarrollo de los peces en ambientes controlados, el PH debe estar en intervalos de 6.5 a 9, en base a lo que reportan estos autores, el PH del agua del presente trabajo de investigación estuvieron entre los rangos aceptables.

El oxígeno disuelto como se muestra en la figura 20, se mantuvo constante, con los mismos valores de 10 mg/L promedio, estando entre los rangos adecuados como lo menciona Balbuena, (2011) menciona que el rango adecuado del oxígeno disuelto para los peces no debe ser inferior a 3 mg/L y que no supere 10 mg/L para su correcto desarrollo, coincidiendo con lo que dice el FONDEPES, (2017) que valores mayores a 7 mg/L es muy adecuado, este último es para el cultivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) y como se mencionó anteriormente, hay semejanzas en ambas especies en cuanto a sus cultivos. El amonio también se mantuvo constante con valores promedio de <0.05 mg/L, también fue tomado y registrado cada 15 días en la mañana y la tarde, Guerra, (2006) menciona que el rango óptimo es de 0.0 a 0.4 mg/L de amonio (NH₄) para los especímenes, siendo así, el valor encontrado del amonio en mi trabajo de investigación, estuvo dentro del intervalo adecuado.

CONCLUSIONES

Los diferentes períodos de ayuno sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, en ambiente no convencionales, presentaron características de poder compensar su crecimiento y de resistencia, después de haber sido restringida en su alimentación por períodos de hasta 3 días.

Los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) cultivados en jaulas flotantes en la Laguna de los Milagros, en cuanto al crecimiento compensatorio que presentaron, hubo variación por cada grupo, en cambio, los peces que fueron ayunados por 3 días, obtuvieron los mayores valores con 15,69 %, mostrándose así diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos; sin embargo, este grupo no tuvo mucha relevancia en cuanto a los otros parámetros productivos, de manera que no se puede considerar en su totalidad como el mejor tratamiento en base a estos períodos de ayuno.

Los parámetros productivos evaluados en los acarahuzú (*Astronotus ocellatus*), en etapa juvenil, en base a los diferentes períodos de ayuno, como la longitud final, peso final, ganancia de longitud, tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia, factor de condición, no presentaron diferencias

significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos y testigos, a lo cual, las restricciones alimenticias propuestas no tuvieron un efecto relevante en cuanto a estos parámetros, pero sí en la ganancia de peso, donde los peces que fueron alimentados a saciedad por 4 y 3 días de ayuno, tuvieron el mayor valor con 7.47 g. presentándose así diferencias significativas ($p < 0.05$), en toda la fase de la experimentación no hubieron mortalidades, mostrando así características resistentes del acarahuzú a soportar períodos de ayuno.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los tesisistas de la carrera de Ingeniería Pesquera de la Facultad de Ciencias Agropecuarias o carreras a fines de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, que elaboren investigaciones con especies amazónicas con el fin de reducir los tiempos de cultivo, mejores factores de conversión y disminución de los costos de producción.

Se recomienda hacer más investigaciones con la especie acarahuzú, para obtener mayores informaciones técnicas que ayude a mejorar su cultivo y, que sea una especie de interés mayor para los piscicultores.

Se recomienda hacer investigaciones similares con el acarahuzú en sus diferentes etapas en una piscigranja.

Se recomienda hacer alianzas estratégicas entre el sector público y privado para postular a fondos concursables, para optimizar la alimentación del acarahuzú 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

- Ali, M., Nicieza, A., & Wootton, R. J. (Junio de 2003). *Compensatory growth in fishes: a response to growth depression*. *FISH and FISHERIES*, 4(2), 147-190. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00120.x>
- Balbuena Rivarola, E. D. (2011). *Manual Básico de Piscicultura para Paraguay*. Paraguay. Obtenido de https://issuu.com/planetaquacultura111/docs/018-_bacu001-fao2011_-manual_piscicultura_paraguay
- Barros Baptista, R. (2017). *Adaptações metabólicas e transcricionais na tolerância do ciclídeo amazônico *Astronotus ocellatus* à hipóxia*. [Tesis de Postgrado, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA - INPA]. Repositorio Institucional, Manaus, Brazil. Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nDr4A_hF6K4J:https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/37594/1/tese_inpa.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- Bastrop, R., Spangenberg, R., & Jürss, K. (1991). *Biochemical adaptation of juvenile carp (*Cyprinus carpio* L.) to food deprivation*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 98(1), 143-149. doi:[https://doi.org/10.1016/0300-9629\(91\)90592-Z](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90592-Z)

Bernuy Escudero, D. R. (2021). *Dietas con diferentes niveles proteicos sobre el crecimiento, índices zootécnicos y composición corporal de juveniles de acarahuzú *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831), Loreto- Perú. [Tesis de pregrado, UNAP-IQUITOS]. Repositorio Institucional, Iquitos, Perú.*

Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7655>

Bernuy Escudero, D. R. (2021). *Dietas con diferentes niveles proteicos sobre el crecimiento, índices zootécnicos y composición corporal de juveniles de acarahuzú *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831), Loreto- Perú. [Tesis de pregrado, UNAP-IQUITOS]. Repositorio Institucional, Iquitos, Maynas, Perú.*

Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7655>

Bhat, H., Ahmad, I., Asmi, O., Shah, F., Bhat, B., Hussain, T., . . . Hussain Bhat, R. A. (2020). RNA: DNA ratio as an indicator of growth, nutritional status and condition of fish: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6), 654-658. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/346025200_RNA_DNA_ratio_as_an_indicator_of_growth_nutritional_status_and_condition_of_fish_A_review

- Black, D., & Love, R. M. (1986). *The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology B*, 156(4), 469-479. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00691032>
- Bolaños Caho, L. (2009). *El gran libro del Oscar*. LULU PUBLISHING. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/112257629/El-Gran-Libro-Del-Oscar>
- Campos Baca, L. (2015). *El cultivo de la gamitana en Latinoamérica*. Iquitos, Maynas, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Obtenido de <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/108>
- Castillo-Pastuzan, E., Álvarez-Perdomo, N., Novoa-Serna, J., & Eslava-Mocha, P. (2016). Aportes al conocimiento de la reproducción en cautiverio del pez oscar (*Astronotus ocellatus*). *Revista de Investigación Pecuaria*, 24-25. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/2898/3586>
- Delgado Vidal, F. K., Gallardo Collí, A., Cuevas Pérez, L., & García Ulloa, M. (2009). *Crecimiento compensatorio en tilapia Oreochromis niloticus posterior a su alimentación con harina de plátano. Avances en Investigación Agropecuaria (AIA)*, 13(2), 55-70. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712256005>

Díaz, M., Abellán , E., Arizcu, M., Celis, L., & Alarcón, F. (2003). Efecto de períodos de ayuno y realimentación en el dentón (*Dentex dentex*) sobre la ingesta de alimento y crecimiento., (págs. 150-152). Cadiz. Obtenido de <https://www.observatorio-acuicultura.es/recursos/bases-de-datos/publicaciones/pagina-223?page=133>

FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma, Italia. Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1145053/>

FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción*. Roma, Italia. doi:<https://doi.org/10.4060/ca9229es>

FENAP. (2015). *Federación de la nacionalidad Achuar del Perú*. Obtenido de Federación de la nacionalidad Achuar del Perú: <https://www.fenap.com.pe/index.php/proyectos/165-crianza-del-acarahuazu-en-piscigranjas-indigenas-del-pastaza>

Flores, H., & Vergara, A. (Setiembre de 2012). Efecto de reducir la frecuencia de alimentación en la supervivencia, crecimiento, conversión y conducta alimenticia en juveniles de salmón del Atlántico *Salmo salar* (Linnaeus, 1758): experiencia a nivel productivo. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3), 536-544. doi:<http://dx.doi.org/103856/vol40-issue3-fulltext-3>

FONDEPES. (2017). *Manual de cultivo de gamitana*. Lima, Lima, Perú: Segunda edición ed.

Gadomski , D., & Petersen, J. (5 de Mayo de 1988). Effects of food deprivation on the larvae of two flatfishes. *Marine Ecology*, 44(2), 103-111. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/24825720>

Gallardo Collí, A., Pérez Fuentes, M., Pérez Rostro, C. I., & Hernández Vergara, M. P. (27 de Enero de 2020). Compensatory growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* , L. subjected to cyclic periods of feed restriction and feeding in a biofloc system. *Aquaculture Research*, 51, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1111/are.14530>

García Dávila, C., Sánchez Riveiro, H., Flores Silva, M., Mejia de Loayza, J., Angulo Chávez, C., Castro Ruíz, D., . . . Renno, J.-F. (2018). *Peces de consumo de la Amazonía Peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú. Obtenido de <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/368>

Gibbs, S. R., & DeRoos, R. M. (1991). Plasma levels of glucose, ketone bodies, lactate, and alanine in the vascular supply to and from the brain of the adult American bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Journal of Experimental Zoology*, 258(1), 14-23. doi:<https://doi.org/10.1002/jez.1402580103>

Gómez Peñaranda , J., Vásquez Gamboa, L., & Valencia, D. (Julio de 2016). Efecto de diferentes frecuencias de alimentación y ayuno, sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 44(3), 569-575. doi:<https://doi.org/10.3856/vol44-issue3-fulltext-15>

Gonzales Flores, A., Huanuiri, K., Vasquez, J., Guerra, F., & Fernández Méndez, C. (s.f.). Caracterización hematológica de *Astronotus ocellatus* (Cichliformes: Cichlidae): especie de importancia económica en la Amazonía peruana.

Gonzales Huayllahua, M. C., & Neyra Grández , K. B. (2018). *Efecto de los niveles proteicos en el crecimiento y composición corporal de alevines de "Acarahuazú", Astronotus ocellatus (cichlidae) cultivados en jaulas flotantes. Iquitos. Perú. [Tesis de pregrado, UNAP-IQUITOS]*. Repositorio Institucional, Iquitos, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6246>

Gonzáles, E., Varona, M. P., & Cala, P. (1996). Datos Biológicos del Oscar, *Astronotus Ocellatus* (Pisces: Cichlidae) en los alrededores de Leticia. Amazonía. *Dahlia*(1), 51-62.

Gonzalez Montero, J. (2006). *Efecto de la restricción alimenticia y el ayuno total en el crecimiento, morfología y sobrevivencia del bocachico (Prochilodus*

magdalenae, STEINDACHNER 1878) durante la fase de alevinaje. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/25695>

González, F. (13 de 07 de 2020). *Piscicultura global*. Obtenido de Piscicultura global: <https://www.pisciculturaglobal.com/los-peces-son-capaces-de-compensar-su-peso-corporal-despues-de-ayunar/>

Guerra Flores, H. (2006). *Cultivando peces amazónicos*. Bellavista, San Martín, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Obtenido de <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/96>

Gurney, W., Jones, W., Veitch, A., & Nisbet, R. (1 de Octubre de 2003). Resource Allocation, Hyperphagia, and Compensatory Growth in Juveniles. *Ecology*, 84(10), 2777-2787. doi: <https://doi.org/10.1890/02-0536>

Gutierrez, S. M., Schofield, P. J., & Prodocimo, V. (29 de Marzo de 2016). Salinity and temperature tolerance of an emergent alien species, the Amazon fish *Astronotus ocellatus*. (J. Havel, Ed.) *Hydrobiologi*, 777, 21-31. doi:<https://doi.org/10.1007/s10750-016-2740-8>

Hogarmania. (s.f.). *Pez óscar (Astronotus ocellatus)*. Obtenido de Hogarmania: <https://www.hogarmania.com/mascotas/otras/peces/oscar-astronotus-ocellatus-6491.html>

- Hornick, J., Eenaeme, V., Gérard, O., Dufrasne, I., & Istasse, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic animal endocrinology*, 19(2), 121–132. doi:[https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(00\)00072-2](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(00)00072-2)
- Landines, M. Á., Urueña, F. R., Mora, J. C., Rodríguez, L., Sanabria, A. I., Herazo, D. M., & Botero Giraldo, J. (2007). *Producción de peces ornamentales en Colombia*. Bogota, Colombia: Produmedios.
- Lannacone, J., Falcón, W., & Vargas, R. (2006). Parámetros Hematológicos del Acarahuazú *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) (Cichlidae: Perciformes). *Biologist*, 4(2). Obtenido de <https://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/567/503>
- Lemus Marval, N., Andrade Corzo, H., & Quintero Briceño, H. (2018). Crecimiento compensatorio de cachamoto (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*). *Novum Scientiarum*, 3(7), 10-20. Obtenido de <https://core.ac.uk/outputs/277658329>
- Mamani Lino, E. R. (2018). *Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el crecimiento compensatorio de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss), en etapa de engorde en jaulas flotantes, sector Charcas Lago Titicaca-2017. [Tesis de pregrado, UNA-PUNO]*. Repositorio Institucional, Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10748>

Mendes dos Santos, G., Jegu, M., & de Merona, B. (1984). *Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins*. ELETRONORTE/INPA, Manaus.
Obtenido de <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:23202>

Ministerio de la Producción . (2016). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2015*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/anuario-estadistico-pesquero-acuicola-2015>

Ministerio de la Producción. (2013). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2012*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/anuario-estadistico-pesquero-acuicola-2012>

Ministerio de la Producción. (2015). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2013*. Anuario, Lima. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5_uibd.nsf/\\$\\$ViewTemplate%20for%20Documentos?OpenForm&Db=8BD5D0837DDA4E01052583970075B79F&View=yyy](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5_uibd.nsf/$$ViewTemplate%20for%20Documentos?OpenForm&Db=8BD5D0837DDA4E01052583970075B79F&View=yyy)

Ministerio de la Producción. (2015). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014*. Anuario, Lima. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5_uibd.nsf/\\$\\$ViewTe](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5_uibd.nsf/$$ViewTe)

mplate%20for%20Documentos?OpenForm&Db=1411E17E407B99A8052
58398005C9B75&View=yyy

Ministerio de la Producción. (2017). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2016*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/775-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2016>

Ministerio de la Producción. (2018). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2017*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/825-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2017>

Ministerio de la Producción. (2019). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2018*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/901-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2018>

Ministerio de la Producción. (2020). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2019*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos->

publicaciones/publicaciones-anuales/item/949-anuario-estadistico-
pesquero-y-acuicola-2019

Ministerio de la Producción. (2021). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2020*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1001-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2020>

Ministerio de la Producción. (2022). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2021*. Anuario, Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1080-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2021>

Nico, L., Fuller, P., & Neilson, M. (18 de Abril de 2013). *USGS*. Obtenido de USGS: <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=436>

Nicovita. (19 de Junio de 2020). Consideraciones técnicas de ayuno en peces de cultivo [video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=RhesAMmgvS8>

Observatorio Español de Acuicultura. (s.f.). *¿Qué es la acuicultura?* Obtenido de Observatorio Español de Acuicultura: <https://www.observatorio-acuicultura.es/conocenos/que-es-la-acuicultura>

- Perdomo, D. A., Castellanos, K. J., González Estopiñán, M., & Perea Ganchou, F. (2013). Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *FCV-LUZ*, 13(4), 341-349. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/37406>
- Pineda, M. (12 de Noviembre de 2018). *Pisciculturaglobal*. Obtenido de Pisciculturaglobal: <https://www.pisciculturaglobal.com/que-es-el-crecimiento-compensatorio-y-como-contribuye-a-disminuir-el-gasto-en-alimentacion-de-tilapias-y-otros-peces-cultivados/>
- Poot López, G. R., Gasca Leyva, E., González Salas, C., Guillen Hernández, S., & Domínguez May, R. (2020). Compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: feed conversion ratio, size heterogeneity, and proximal composition. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(3), 421-428. doi:<https://doi.org/10.3856/vol48-issue3-fulltext-2466>
- Poot-López, G. R., Gasca-Leyva, E., González-Salas, C., Guillen-Hernández, S., & Domínguez-May, R. (2020). Compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: feed conversion ratio, size heterogeneity, and proximal composition. *Latin american journal of aquatic research*, 48(3), 421-428. doi:<http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue3-fulltext-2466>
- Prates, E., Holanda, M., & Wasielesky Junior, W. (18 de mayo de 2020). *Global Seafood Alliance*. Obtenido de Global Seafood Alliance:

<https://www.globalseafood.org/advocate/evaluacion-del-crecimiento-compensatorio-de-camarones-blancos-del-pacifico-en-un-sistema-de-biofloc/>

Quio Ruiz, A. (2020). *Determinación del requerimiento de proteínas para juveniles de Astronotus ocellatus “Acarahuazu”, en ambientes controlados. [Tesis de pregrado, UNIA-YARINACOCHA]*. Repositorio Institucional, Yarinacocha, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/212>

Rabello Ituassú, D., Santos dos Santos, G., Roubach, R., & Pereira-Filho, M. (2004). Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 39(12), 1199-1203. doi:<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001200006>

Rodríguez , L., & Landines, M. (2011). Evaluación de la restricción alimenticia sobre el desempeño productivo y fisiológico en juveniles de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, en condiciones de laboratorio. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 58(3), 141-155. Obtenido de <https://link.gale.com/apps/doc/A298966231/IFME?u=anon~52afb26e&sid=googleScholar&xid=7db7856e>

Rodríguez Velásquez, L. (2012). *Efecto de la restricción alimenticia y sobre el metabolismo energético y el crecimiento en juveniles de cachama blanca Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818). [Tesis de postgrado, UNAL-*

BOGOTÁ]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9491>

Rodríguez, L., & Landines Parra, M. A. (2018). Desempeño productivo y fisiológico de juveniles de *Piaractus brachypomus* sometidos a restricción de alimento. *Orinoquia*, 22(1), 57-67. doi:<https://doi.org/10.22579/20112629.480>

Romero Espín, L. T. (2018). *Análisis de riesgo de peces ornamentales cultivados en el estado de Morelos, [Tesis de Postgrado, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]*. Repositorio Institucional, Cuernavaca, Morelos, Mexico. Obtenido de <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/418/ROELMZ09T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Shimeno, S., Kheyyali, D., & Takeda, M. (1990). Metabolic Adaptation to Prolonged Starvation in Carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56(1), 35-41. doi:<https://doi.org/10.2331/suisan.56.35>

Sociedad Nacional de Pesquería. (s.f.). *Acuicultura: Proceso, potencial y retos para su desarrollo*. Obtenido de Sociedad Nacional de Pesquería: <https://www.snp.org.pe/acuicultura/#:~:text=La%20acuicultura%20o%20acuicultura,seg%C3%BAAn%20lo%20define%20la%20FAO.>

- Soengas, J. L., & Aldegunde, M. (2002). Energy metabolism of fish brain. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and molecular biology*, *131*(3), 271–296. doi:[https://doi.org/10.1016/S1096-4959\(02\)00022-2](https://doi.org/10.1016/S1096-4959(02)00022-2)
- Soengas, J. L., Strong, E. F., & Andrés, M. D. (1998). Glucose, Lactate, and b-Hydroxybutyrate Utilization by Rainbow Trout Brain: Changes during Food Deprivation. *Physiological Zoology*, *71*(3), 285-293. doi:<https://doi.org/10.1086/515925>
- Soengas, J. L., Strong, E. F., Fuentes, J., Veira, J. A., & Andrés, M. D. (1996). Food deprivation and refeeding in Atlantic salmon, *Salmo salar*: effects on brain and liver carbohydrate and ketone bodies metabolism. *Fish Physiology and Biochemistry*, *15*(6), 491-511. doi:<https://doi.org/10.1007/BF01874923>
- Souza, V., Oliveira, E., & Urbinati, E. (2000). Effects of food restriction and refeeding on energy stores and growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *J. Aqua. Trop.*, *15*(4), 371-379. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013012452>
- Torres do Nascimento, T. M., Perez Fabregat, T. E., André Rodrigues, L., Kazue Sakomura, N., & Kochenborger Fernandes, J. B. (2012). Effects of different sampling intervals on apparent protein and energy digestibility of common

feed ingredients by juvenile oscar fish (*Astronotus ocellatus*). *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 34(2), 143-147.
doi:<https://doi.org/10.4025/actascianimaci.v34i2.10541>

Van Ginneken, V., Nieveen, M., Van Eersel, R., Van den Thillart, G., & Addink, A. (1996). Neurotransmitter levels and energy status in brain of fish species with and without the survival strategy of metabolic depression. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 114(2), 189-196. doi:[https://doi.org/10.1016/0300-9629\(95\)02127-2](https://doi.org/10.1016/0300-9629(95)02127-2)

Vargas Lozano, H., & Vargas Sandi, R. d. (2018). *Influencia del probiótico EM•1® (microorganismos eficaces) sobre el crecimiento y composición corporal de alevinos de Astronotus ocellatus "acarahuazú" (Agassiz, 1831) (Cichlidae, Astronotinae) criados en acuarios, IIAP - Loreto. [Tesis de pregrado, UNAP].* Repositorio Institucional, Iquitos, Maynas, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7288>

Vela Alva, K. (2017). *Producción de alevines de Astronotus ocellatus "pez Oscar" en sistema cerrado, Trujillo – Perú. [Tesis de pregrado, UNT-Trujillo].* Repositorio Institucional, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9042/Vela%20Alva,%20Kriss%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vigliano, F. A., Quiroga, M. I., & Nieto, J. M. (2002). Adaptaciones metabólicas al ayuno y realimentación en peces. *Rev. ictiol.*, 10((1/2)), 78-108. Obtenido de

https://www.academia.edu/37762654/Adaptaciones_metab%C3%B3licas_al_ayuno_y_realimentaci%C3%B3n_en_peces_Metabolic_adaptation_to_food_deprivation_and_refeeding_in_fish

Wicki, G., Rossi, F., & Luchini, L. (1 de Enero de 2004). Crecimiento compensatorio en *Piaractus Mesopotamicus* y su importancia en producción. *XI Congreso Latinoamericano de Acuicultura*. Tabasco. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237710787_CRECIMIENTO_COMPENSATORIO_EN_PIARACTUS_MESOPOTAMICUS_Y_SU_IMPORTANCIA_EN_PRODUCCION

Won, E. T., & Borski, R. J. (2013). Endocrine Regulation of Compensatory Growth in Fish. *Frontiers in endocrinology*, 4(74). doi:<https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00074>

Zafra Trelles, A. M., Días Barboza, M. E., Dávila Gil, F. A., Vela Alva, K. A., & Colchado Colchado, J. E. (2018). Catálogo de peces ornamentales en Trujillo. *Arnaldoa*, 25(2), 757-786. doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25221>

Zamudio Reinoso, J. F. (2014). *Efecto de la restricción de alimento y posterior realimentación sobre el crecimiento y metabolismo de juveniles de yamú *Brycon amazonicus**. [Tesis de postgrado, UNAL-BOGOTÁ]. Repositorio

Institucional, Bogotá, Colombia. Obtenido de
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54608>

Zamudio, J. F., & Landines, M. Á. (2018). Efecto de la restricción de alimento y posterior realimentación sobre algunas variables fisiológicas y metabólicas en yamú (*Brycon amazonicus*). *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 65(2), 154-171.
doi:<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n2.75637>

ANEXOS

Matriz de consistencia

TÍTULO: “EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE AYUNO, COMO UNA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO COMPENSATORIO DEL ACARAHUAZÚ (*Astronotus ocellatus*), EN ETAPA JUVENIL, EN JAULAS FLOTANTES EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Pregunta general</p> <p>¿Los diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación influirán sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, en jaulas flotantes?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto de diferentes periodos de ayuno, como una estrategia de alimentación sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, en jaulas flotantes en la región de Huánuco.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Los diferentes períodos de ayuno, como una estrategia de alimentación incidirán sobre el crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, en jaulas flotantes.</p>	<p><u>V.</u> <u>DEPENDIENTE</u></p> <p>Crecimiento compensatorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento • Índices Zootécnicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza gramera • Ictiómetro

Preguntas específicas	Objetivos específico	Hipótesis específicas	<u>V.</u> <u>INDEPENDIENTE</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Como será el crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, por los diferentes períodos de ayuno? • ¿Cuáles serán los efectos de los diferentes períodos de ayuno sobre los diferentes índices zootécnicos de crecimiento del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, con los diferentes períodos de ayuno. • Determinar los efectos de los diferentes períodos de ayuno en el crecimiento del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, con los diferentes índices zootécnicos de crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los diferentes períodos de ayuno contribuirán significativamente al crecimiento compensatorio del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil. • Los diferentes períodos de ayuno en el crecimiento del acarahuzú (<i>Astronotus ocellatus</i>), en etapa juvenil, influirán significativamente en los diferentes índices zootécnicos de crecimiento. 	<p style="text-align: center;">Períodos de ayuno</p>	<p style="text-align: center;">Duración de los ayunos</p>	<p style="text-align: center;">Días de ayuno</p>

Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 21. Bolsa confeccionada de $\frac{1}{4}$ de pulgada de luz de malla por jaula.



Figura 22. Unión de cada bolsa de $\frac{1}{4}$ de pulgada de luz de malla.



Figura 23. Bolsas de ¼ de pulgada de luz de malla unidas para formar una batería de 6 unidades experimentales por cada esta.



*Figura 24. Identificación del bambú (*Dendrocalamus asper*) a utilizar para el armazón de las jaulas flotantes.*



*Figura 25. Extracción del bambú (*Dendrocalamus asper*) a utilizar para el armazón de las jaulas flotantes.*

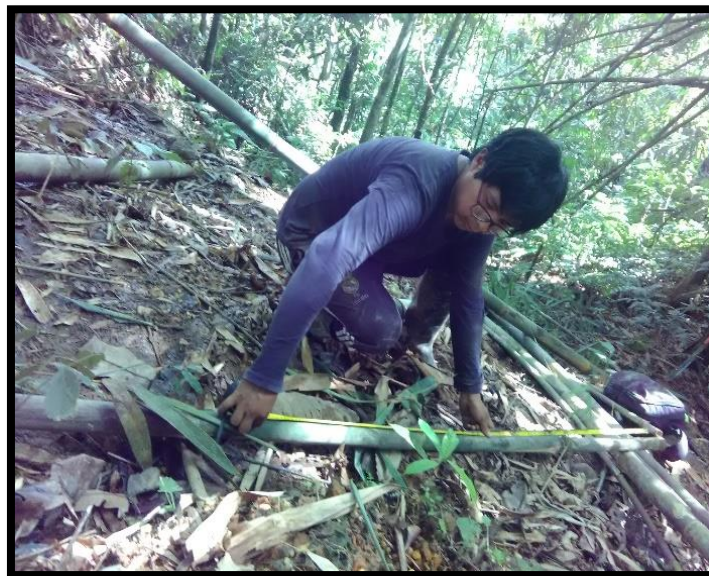


Figura 26. Medición del bambú de acuerdo con las longitudes necesitadas para las jaulas flotantes.



*Figura 27. Corte del bambú (*Dendrocalamus asper*) para el armazón de las jaulas flotantes.*



Figura 28. Armazón elaborado de bambú para las jaulas flotantes.



Figura 29. Estructuras de bambú de las jaulas flotantes de acuerdo con las dimensiones requeridas.



Figura 30. Cosido de las mallas de ¼ de pulgada de cocada con las estructuras de las jaulas.



Figura 31. Confección de las redes de $\frac{1}{4}$ de pulgada de luz de malla conforme con las medidas de cada jaula.



Figura 32. Colocación de las jaulas flotantes en la Laguna de los Milagros en una zona establecida.



Figura 33. Terminando de instalar las Jaulas flotantes instaladas en la Laguna de los Milagros.



Figura 34. Jaulas flotantes instaladas en la Laguna de los Milagros.



Figura 35. Rotulación de las Jaulas flotantes por cada unidad experimental.



*Figura 36. Selección de los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*).*



Figura 37. Evaluación de la longitud de los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) seleccionados de la piscigranja el Encanto de Saipai.

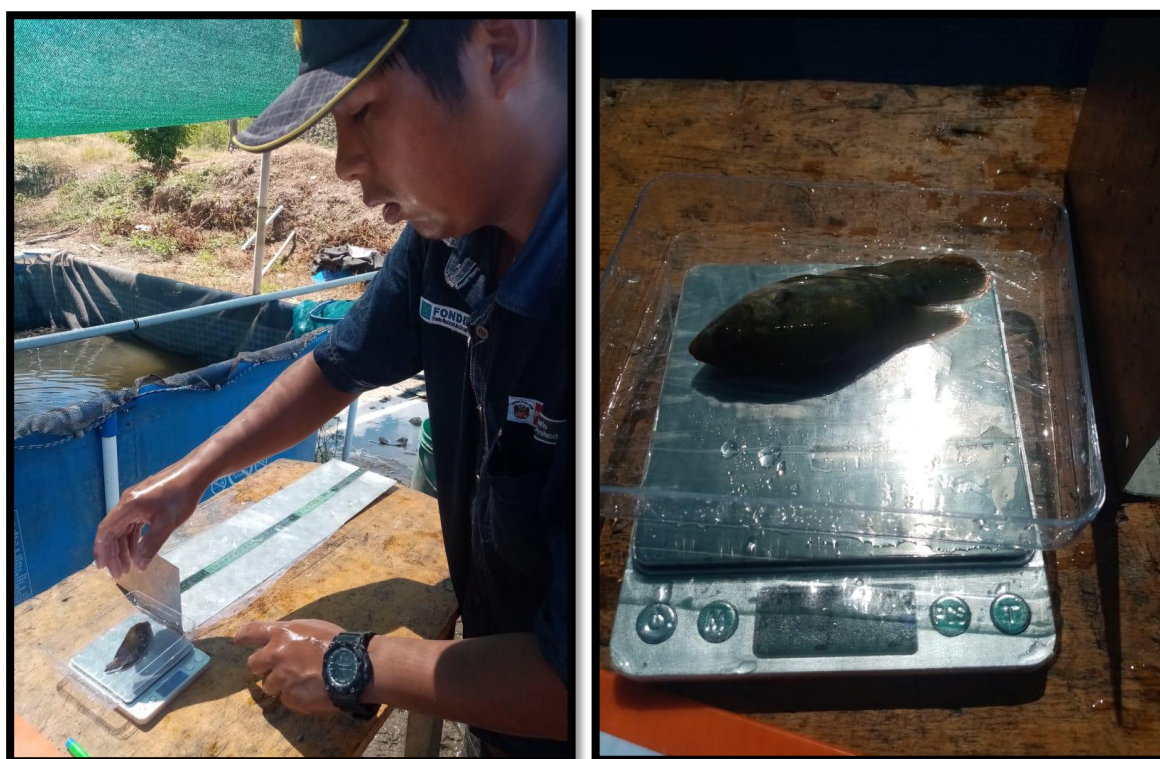


Figura 38. Evaluación del peso de los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*) seleccionados de la piscigranja el Encanto de Saipai.



Figura 39. Bolsas con agua y oxígeno puestas en baldes que contiene a los juveniles de acarahuazú para su transporte.



Figura 40. Balón de oxígeno para el transporte de los juveniles de acarahuazú.



Figura 41. Transporte de los especímenes a la Laguna de los Milagros.



Figura 42. Proceso de aclimatación durante la siembra de juveniles de acarahuzú.



Figura 43. Liberación de los juveniles de acarahuazú en las jaulas flotantes.



Figura 44. Captura de los juveniles de acarahuazú para su evaluación biométrica con un jamo.



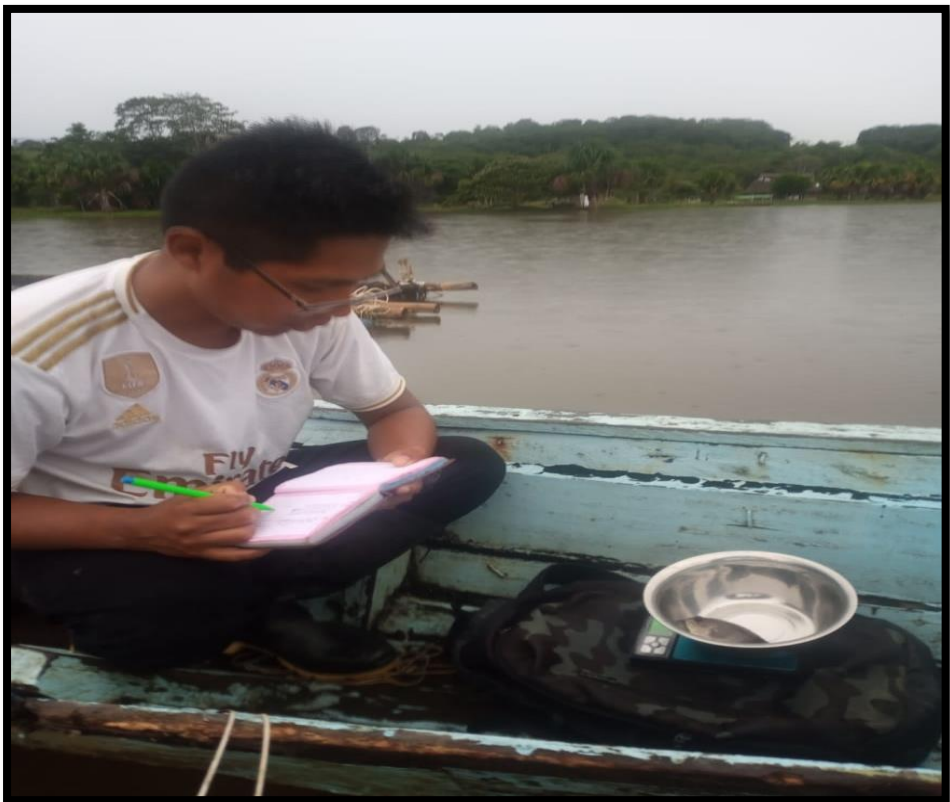
Figura 45. Extracción de los especímenes para la evaluación biométrica.



Figura 46. Colocación de los juveniles de acarahuazú en tinas con agua.



*Figura 47. Evaluación de la longitud de los especímenes de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) en etapa juvenil.*



*Figura 48. Evaluación del peso de los especímenes de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) en etapa juvenil.*



Figura 49. Después de la evaluación de cada espécimen son colocados en otra tina con agua.



Figura 50. Baño profiláctico a los juveniles de acarahuzú después de la evaluación biométrica.



*Figura 51. Devolución de los juveniles de acarahuazú (*Astronotus ocellatus*) a sus jaulas respectivas.*



Figura 52. Alimento balanceado extruido de 32 % de proteína para tilapia en etapa de crecimiento, usado de prueba en la etapa de pre-cría.



Figura 53. Alimento balanceado de 42 % de proteína, de hundimiento lento para trucha en etapa de crecimiento, usado en la etapa de pre-cría y experimento.



*Figura 54. Alimentación a los juveniles de acarahuzú (*Astronotus ocellatus*).*



Figura 55. Medición de la temperatura del agua de la Laguna los Milagros.



Figura 56. Evaluación del Ph del agua de la Laguna los Milagros.



Figura 57. Extracción de una muestra de agua de la Laguna de los Milagros para evaluar el oxígeno disuelto y el amonio.



Figura 58. Medición del oxígeno disuelto del agua de la Laguna los Milagros.



Figura 59. Determinación del amonio del agua de la Laguna los Milagros.



Figura 60. Mortalidad presentada en la etapa de pre-cría.



Figura 61. Juvenil de acarahuazú con lesiones en su cuerpo ocasionado por otros especímenes de acarahuazú de la misma jaula en la etapa de pre-cría.



Figura 62. Canibalismo presentado en los juveniles de acarahuazú.

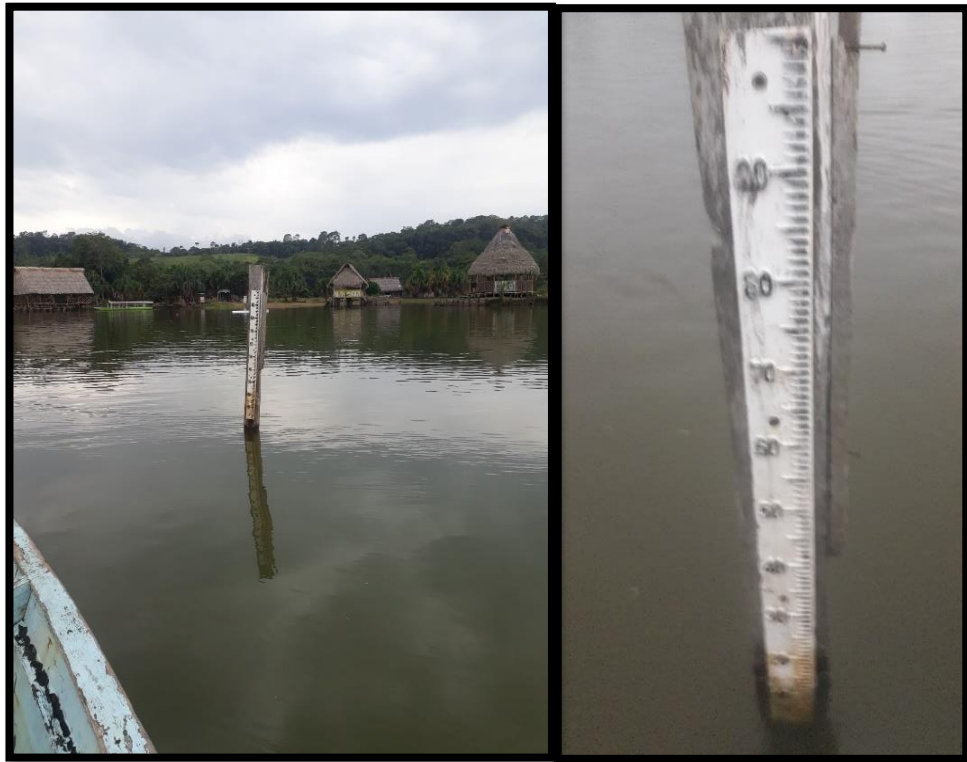


Figura 63. Limnómetro para la medición de las variaciones de la altura del agua de la Laguna de los Milagros.



Figura 64. Bote usado como transporte para desplazarse donde las jaulas flotantes.



Figura 65. Laguna de los Milagros.



Figura 66. Vista en planta de las jaulas flotantes.

Extracción del Recurso hidrobiológico (Acarahuazú) en los desembarques desde el 2012 en TM

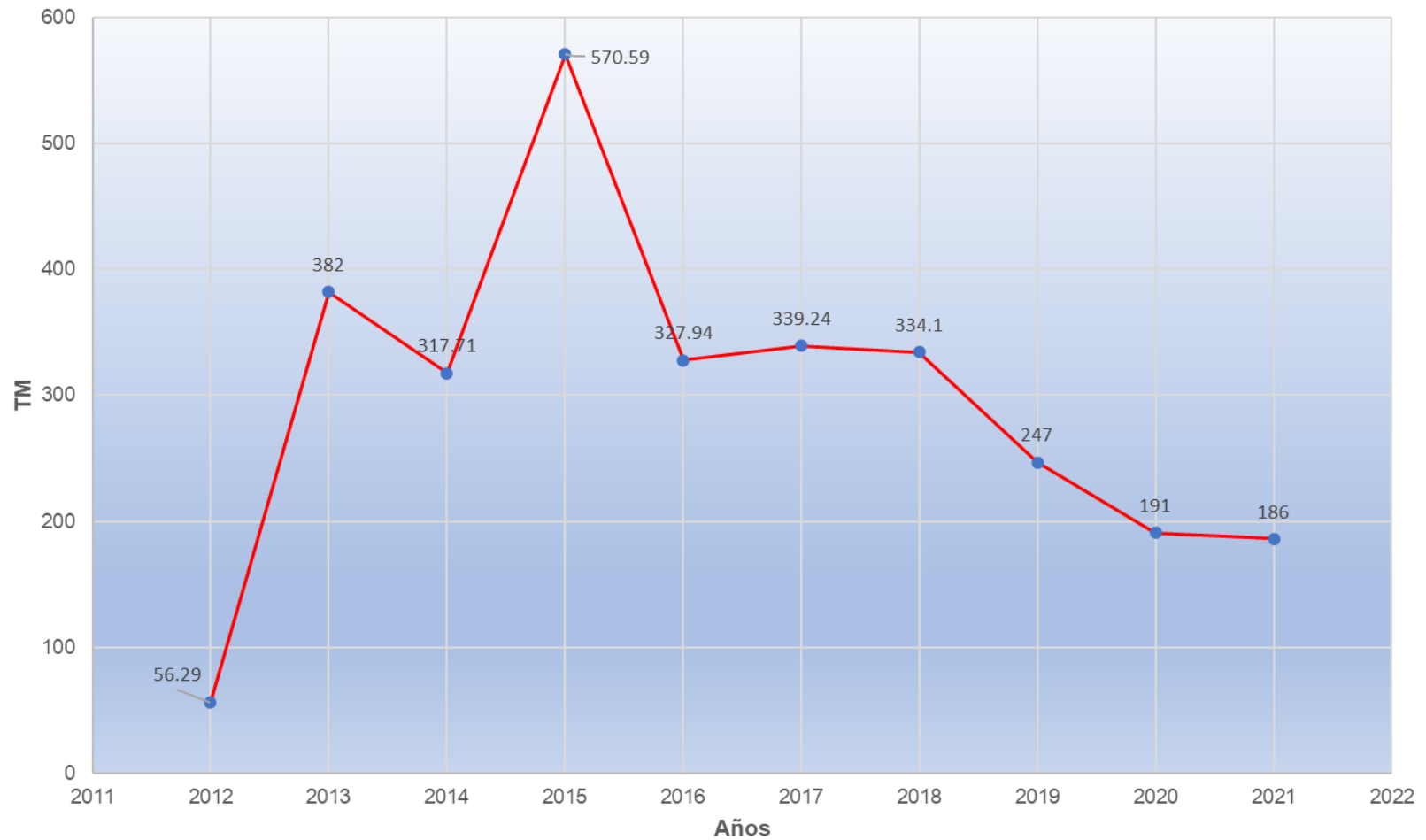


Figura 67. Extracción del Acarahuazú en los desembarques pesqueros en TM desde el año 2012 hasta el 2021.