

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE
DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA



“EFECTO DE TRES DENSIDADES DE CULTIVO DE CARACHAMA NEGRA
Pterygoplichthys pardalis EN FASE DE ENGORDE SOBRE LA
RESPUESTA PRODUCTIVA, ECONOMICA Y CALIDAD DE AGUA EN LA
LOCALIDAD DEL PRADO, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO -
ZOOTECNISTA

AUTOR:

Bach: CAMONES YANAC, Segundino Benito

ASESOR:

Mg, Sc. GOMEZ MATOS, Homero Josué.

CO-ASESOR:

Blgo. MOCHCCO MUÑOZ Olger Jacinto.

Puerto Maldonado, agosto de 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE
DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA



“EFECTO DE TRES DENSIDADES DE CULTIVO DE CARACHAMA NEGRA
Pterygoplichthys pardalis EN FASE DE ENGORDE SOBRE LA
RESPUESTA PRODUCTIVA, ECONOMICA Y CALIDAD DE AGUA EN LA
LOCALIDAD DEL PRADO, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO -
ZOOTECNISTA

AUTOR:

Bach: CAMONES YANAC, Segundino Benito

ASESOR:

Mg, Sc. GOMEZ MATOS, Homero Josué.

CO-ASESOR:

Blgo. MOCHCCO MUÑOZ Olger Jacinto.

Puerto Maldonado, agosto de 2022.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo sobre todas las cosas a Dios, por haberme dado el prodigio de la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento, a mis hijas Nicol Romina y Tatiana Valentina, a mis padres, Víctor Raúl Camones Ramos y Julia Eleadora Yanac Gómez, que los admiro, los quiero y que siempre me han enseñado excelentes valores.

Así mismo a mis hermanos Raúl, Mario, María, Virgilio, Zoyla, Víctor y a mi compañera de vida Nereyda por el apoyo moral y mantener unida a la familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida y permitirme alcanzar un objetivo importante en mi formación profesional.

agradezco a mis padres Víctor Camones y Julia Yanac, por ser los principales promotores de mis sueños, por los consejos, valores y principios inculcados.

A mi alma mater UNAMAD, Facultad de Ingeniería, a la carrera profesional de Medicina Veterinaria - Zootecnia, así como a la plana docente nombrados y contratados por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi formación académica.

A mis asesores Mg, Sc. Homero Gomez Matos y Blog. Pesq. Olger Mochcco Muñoz del presente trabajo de investigación, agradezco por la orientación, supervisión en la elaboración de este importante trabajo de investigación.

A la empresa “ACUICULTURA INTEGRAL ROALCA” por haberme acogido y brindarme las facilidades durante la ejecución de la experimentación. Asimismo, al Ing. Fidel Pomiano Gonzales por las enseñanzas en el campo de la acuicultura.

A mis hermanos y en especial a mi compañera de vida Nereyda Lusby, que durante la investigación me apoyaron incondicionalmente. Así mismo a mis hijas Nicol Romina y Tatiana Valentina, a quien le agradezco por llegar a mi vida, quienes ahora son el motor y motivo para salir adelante.

A mis compañeros de la universidad con quienes compartí muchos momentos durante mi formación profesional.

TURNITIN_SEGUNDINO CAMONES

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1%

PRESENTACIÓN

La piscicultura en la Región Madre de Dios aún enfrenta muchos problemas y limitantes como, el escaso conocimiento sobre los protocolos de producción de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), debido al desconocimiento de la técnica de cultivo, a nivel intensivo y en condiciones de cautiverio. En tal sentido, este trabajo de investigación se centralizó en la evaluación del efecto de tres diferentes densidades de cultivo (10, 15 y 20 peces/m²) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua, realizado en la localidad El Prado, Tambopata, Madre de Dios - Perú. Con la finalidad de encontrar la mejor densidad de cultivo y permita sentar las bases técnicas para emprender el monocultivo con fines comerciales.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. VARIABLES.....	2
1.3.1. Variable independiente (X).....	2
1.3.2. Variable dependiente (Y).....	2
1.4. Operacionalización de variables.....	3
1.5. HIPÓTESIS.....	4
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	6
2.2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.2.1. Estado actual de la acuicultura.....	8
2.2.2. Generalidades de la carachama negra.....	9
2.2.2.6. Características distintivas de <i>Pterygoplichthys pardalis</i>	11
2.2.3. Respuestas productivas.....	12
2.2.4. Respuestas económicas.....	13
2.2.5. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo.....	13
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	16
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	18
3.2. TIPO DE ESTUDIO.....	18
3.3. DISEÑO DE ESTUDIO.....	18
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	19
3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	21
3.5.1. Acondicionamiento de unidades experimentales.....	22
3.5.2. Aclimatación de unidades experimentales.....	24
3.5.3. Evaluación de unidades experimentales.....	26
3.6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	29

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	30
4.1. RESPUESTAS PRODUCTIVAS.....	30
4.1.1. Velocidad de crecimiento en peso (g/día).....	30
4.1.2. Velocidad de crecimiento en longitud (cm/día).....	33
4.1.3. Supervivencia (%).....	36
4.2. RESPUESTAS ECONÓMICAS.....	38
4.3. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA.....	43
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	64
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Operacionalización de variables.	3
Tabla 2. Producción de la pesca y la acuicultura de agua dulce a nivel mundial (millones de toneladas por año).....	8
Tabla 3. Producción de carachama provenientes de la pesca y la acuicultura en la Región Madre de Dios (Kg por año).....	9
Tabla 4. Valor nutricional de la carachama negra.....	12
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua en el cultivo de especies amazónica (carachama negra).	16
Tabla 6. Distribución de población total en estudio.....	20
Tabla 7. Distribución de muestras en estudio.	20
Tabla 8. Dosis de fertilización inicial usado en la investigación.	23
Tabla 9. Dosis de fertilización de mantenimiento usado en la investigación.	24
Tabla 10. Método para terminación de los parámetros fisicoquímicos del agua.	28
Tabla 11. Evaluación y comparación de VCP (g/día) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde.	30
Tabla 12. Evaluación y comparación de la velocidad de crecimiento en longitud (cm/día) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	34
Tabla 13. Evaluación de supervivencia (%) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	36
Tabla 14. Resumen de biomasa inicial (BI), biomasa final (BF) e incremento de biomasa (IB).....	38
Tabla 15. Estructura de los costos de producción por tratamiento.	39
Tabla 16. Evaluación de BN (soles) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde.....	40
Tabla 17. Evaluación de ME (%) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde sometida a diferentes densidades de cultivo.	41
Tabla 18. Evaluación de temperatura del agua (C°) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	43
Tabla 19. Evaluación de transparencia del agua(cm) del cultivo carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) de la investigación.	45
Tabla 20. Evaluación de oxígeno disuelto (OD) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	48
Tabla 21. Evaluación de pH del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	50
Tabla 22. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el PH en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	50
Tabla 23. Evaluación de dióxido de carbono (CO ₂) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	52

Tabla 24. Evaluación de amoníaco (NH ₃) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	54
Tabla 25. Nitrito (NO ₂) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	56
Tabla 26. Evaluación de alcalinidad (KH) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	58
Tabla 27. Dureza (GH) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	60
Tabla 28. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 1 (10 peces/m ²).....	75
Tabla 29. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 2 (15 peces/m ²).....	75
Tabla 30. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 3 (20 peces/m ²).....	77
Tabla 31. Registro de peso promedio y longitud estándar promedio por repetición.....	79
Tabla 32.Registro de los valores económicos por biomasa (kg) de la investigación.....	80
Tabla 33. Registro de los valores económicos por kilogramo de la investigación.....	81
Tabla 34. Registro de los valores promedios de calidad de agua durante la ejecución de la investigación.....	82
Tabla 35. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 10 peces/m ²	83
Tabla 36. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 15 peces/m ²	83
Tabla 37. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 20 peces/m ²	83
Tabla 38. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 10 peces/m ²	84
Tabla 39. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 15 peces/m ²	84
Tabla 40. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) a una densidad de cultivo de 20 peces/m ²	84
Tabla 41. Valores descriptivos del Porcentaje de sobrevivencia (%) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	85
Tabla 42. Valores descriptivos del BN (soles/kg) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	85
Tabla 43. Valores descriptivos del ME (%) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	85
Tabla 44. Valores descriptivos De la Temperatura (°C) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	86

Tabla 45. Valores descriptivos de la Transparencia (cm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	86
Tabla 46. Valores descriptivos del OD (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	86
Tabla 47. Valores descriptivos del pH del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	87
Tabla 48. Valores descriptivos del CO ₂ (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	87
Tabla 49. Valores descriptivos del NH ₃ (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	87
Tabla 50. Valores descriptivos del NO ₂ (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	88
Tabla 51. Valores descriptivos de la KH (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	88
Tabla 52. Valores descriptivos de la GH (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	88
Tabla 53. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 30.	89
Tabla 54. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 60.	89
Tabla 55. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 90.	89
Tabla 56. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 30.	89
Tabla 57. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 60.	90
Tabla 58. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 90.	90
Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA) de la supervivencia (%) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	90
Tabla 60. Análisis de Varianza (ANOVA) de BN para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	90
Tabla 61. Análisis de Varianza (ANOVA) del mérito económico (%) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	91
Tabla 62. Análisis de Varianza (ANOVA) de la temperatura (C°) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	91
Tabla 63. Análisis de Varianza (ANOVA) de la transparencia (cm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	91
Tabla 64. Análisis de Varianza (ANOVA) de OD (ppm) para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>). Elaboración propia (2022).	91
Tabla 65. Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	92

Tabla 66. Análisis de Varianza (ANOVA) del CO ₂ del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	92
Tabla 67. Análisis de Varianza (ANOVA) del NH ₃ del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	92
Tabla 68. Análisis de Varianza (ANOVA) del NO ₂ del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	92
Tabla 69. Análisis de Varianza (ANOVA) del KH del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	93
Tabla 70. Análisis de Varianza (ANOVA) de la GH del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	93
Tabla 71. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 30.	93
Tabla 72. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 60.	94
Tabla 73. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 90.	94
Tabla 74. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCL (cm/día) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en el día 90.	94
Tabla 75. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el BN (soles) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).	95
Tabla 76. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el ME (%) de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).	95
Tabla 77. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el pH en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación de la velocidad de crecimiento en peso (VCP) de la carachama negra en el día 30, 60 y 90.....	31
Gráfico 2. Comparación de la velocidad de crecimiento en longitud (VCL) de la carachama negra en el día 90.	34
Gráfico 3. comportamiento de la supervivencia (%) en la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) durante los 90 días de investigación.....	37
Gráfico 4. Comparación del BN en el cultivo de la carachama negra en fase de engorde sometida a diferentes densidades de cultivo.....	40
Gráfico 5. Comparación del ME en el cultivo de la carachama negra en fase de engorde cultivada a diferentes densidades.	42
Gráfico 6. Comportamiento de temperatura en el cultivo de caracham negra, 90 días de investigación.	44
Gráfico 7. Transparencia (cm) del para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	46
Gráfico 8. Oxígeno disuelto (ppm) del agua para la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).....	48
Gráfico 9. Comportamiento del pH del agua en el cultivo de la carachama negra...51	51
Gráfico 10. Dióxido de carbono (CO ₂) del agua en el cultivo de la carachama negra.. ..	53
Gráfico 11. Amonio (NH ₃) del agua en el cultivo de la carachama negra.....	55
Gráfico 12. Nitrito (NO ₂) del agua en el cultivo de la carachama negra.....	57
Gráfico 13. Alcalinidad (KH) del agua en el cultivo de la carachama negra.....	59
Gráfico 14. Dureza (GH) del agua en el cultivo de la carachama negra.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de carachama negra (<i>Pterygoplichthys Pardalis</i>)	9
Figura 2. Piscigranja de la Acuicultura Integral Roalca EIRL.	18
Figura 4. Croquis de distribución de unidades experimentales por tratamientos de la investigación.	20
Figura 5. Unidades experimentales en la empresa Acuícola Roalca.	22
Figura 6. Preparación de estanque experimental.	22
Figura 7. Llenado de agua a las unidades experimentales.	23
Figura 8. Fertilización de agua de las unidades experimentales.	24
Figura 9. Recolección y selección de carachama negra para la investigación.	25
Figura 10. Siembra de carachas negras.	25
Figura 11. Evaluación biométrica de la carachama negra en la investigación.	26
Figura 12. Medidas y terminología de la carachama negra	69
Figura 13. Trabajos de mantenimiento en estanques de estanques experimentales antes de fertilización.	70
Figura 14. Preparación de tableros para la identificación de las unidades experimentales.	70
Figura 15. Tableros de identificación de unidades experimentales concluidas.	70
Figura 16. Unidades experimentales identificados.	71
Figura 17. Pasado de fertilizantes.	71
Figura 18. Fertilización de estanques experimentales.	71
Figura 19. Estanques experimentales con presencia de fitoplancton luego de la fertilización.	72
Figura 20. Selección de carachama negra para la investigación.	72
Figura 21. Siembra de carachama negra sometidos a la investigación.	72
Figura 22. Muestreo de carachama negra sometidos en la investigación.	73
Figura 23. Control biométrico (peso y talla) de las carachamas negras sometidos en la investigación.	73
Figura 24. Evaluación de los parámetros físico químicos del agua y uso de kit limnológico de agua dulce modelo LaMotte en los estanques experimentales.	73
Figura 25. Resultados de los parámetros físico químicos del agua de los estanques experimentales.	74
Figura 26. Materiales de campo usados durante la ejecución de la investigación.	74
Figura 27. Almacén de insumos y materiales de la investigación.	74

RESUMEN

La densidad de cultivo en carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), aún no ha sido estudiado, por lo que este trabajo de investigación tuvo el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de cultivo de carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en fase de engorde sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua en la Localidad del Prado, Tambopata, Madre de Dios. Se utilizaron 1800 carachamas negras con peso promedio de 60.82 ± 5 g y 14.88 ± 5 cm de longitud estándar, obtenidos de la empresa integral ROALCA, las cuales fueron distribuidos con un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (T1=10, T2=15 y T3=20 peces/m²) y 4 observaciones por tratamiento. Los resultados estadísticamente de las tres densidades de cultivo tienen efectos diferentes, siendo la T1 (ρ cultivo=10 peces/m²) se obtuvo los mejores resultados en velocidad de crecimiento en peso (VCP) = 0.64 g/día, velocidad de crecimiento en longitud (VCL) = 0.04 cm/día y una supervivencia (S) al 100%, respecto a la T2 y T3; asimismo las densidades de cultivo tienen efectos diferentes en la repuestas económicas, obteniendo mejores resultados en la T1 beneficio neto (BN) = 5.16 soles por kg de carachama negra y merito económico (ME) = 53% por kg de carachama negra, en relación a T2 y T3. En referencia a los parámetros fisicoquímicos del agua para la especie la Carachama negra, no depende de la densidad de cultivo, donde todos los efectos fueron similares excepto en el pH.

Palabras clave: Carachama negra, Densidad de cultivo, Velocidad de crecimiento en peso, Velocidad de crecimiento en longitud, supervivencia Beneficio neto, Merito económico.

ABSTRACT

The culture density of black carachama (*Pterygoplichthys pardalis*) has not yet been studied, so this research work had the objective of evaluating the effect of three culture densities of black carachama (*Pterygoplichthys pardalis*) in the fattening phase on the productive, economic response and water quality in the town of Prado, Tambopata, Madre de Dios. 1800 black carachamas with an average weight of 60.82 ± 5 g and 14.88 ± 5 cm of standard length were used, obtained from the integral company ROALCA, which were distributed with a completely random design with 3 treatments (T1=10, T2=15 and T3=20 fish/m²) and 4 observations per treatment. The results statistically of the three culture densities have different effects, being the T1 (ρ culture=10 fish/m²) the best results were obtained in growth rate in weight (VCP) = 0.64 g/day, growth rate in length (VCL) = 0.04 cm/day and 100% survival (S), compared to T2 and T3; Likewise, the densities of cultivation have different effects on the economic responses, obtaining better results in T1 net benefit (BN) = 5.16 soles per kg of black carachama and economic merit (ME) = 53% per kg of black carachama, in relation to T2 and T3. In reference to the physicochemical parameters of the water for the Black Carachama species, it does not depend on the culture density, where all the effects were similar except for the pH.

Keywords: Black carachama, Crop density, Weight growth speed, Size growth speed, Survival, Net benefit, Economic merit.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la acuicultura se ha convertido en una fuente importante de alimentos, nutrición, ingresos y medio de vida para muchas personas a nivel mundial. El Perú no es ajeno a esta realidad ya que según **(1)** las especies de mayor producción fueron la trucha, concha de abanico, langostino y tilapia.

La actividad acuícola juega un papel trascendental en el aspecto medioambiental y socioeconómico generando oportunidades de empleo, contribuyendo a la integración familiar, concibiendo proteína de origen animal a la canasta familiar y como medida de mitigación de impactos negativos generados por el hombre que ayuda a disminuir la presión de pesca en cuerpos de agua naturales **(2)**.

En la amazonia peruana existe muchos recursos hidrobiológicos, dentro de ello tenemos a la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) con un potencial nutritivo de su carne, ya que contiene fosforo y ácidos grasos insaturados como el omega 3; este especie es importante porque forma parte de la dieta tradicional de los habitantes de la regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, es así que lo coloca como segunda opción en preferencia en el mercado, sin embargo la oferta proveniente de la acuicultura son mínimas por la falta de paquete tecnológico en el cultivo de la carachama negra **(3)**.

Teniendo en cuenta estas motivaciones, se realizó el presente trabajo de investigación cuyos objetivos son: Evaluar el efecto de tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La pesca de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) procedentes de los cuerpos de aguas naturales en la región Madre de Dios es cada vez menor, debido al crecimiento de la población y sus actividades extractivas como la minería aurífera ilegal que deforestan y disminuyen las áreas de los bosques inundables, los que sirven de hábitats natural, fuente de alimentación y reproducción de algunas especies hidrobiológicas dentro de ella la carachama negra. **(4)**.

En cuanto a la producción de carne de carachama negra en la Region Madre de Dios, a partir del año 2013, ha disminuido su producción **(5)**, porque la crianza en las unidades acuícolas no se da en sistemas de monocultivo e intensivo; esta especie solo acompaña a la producción de paco o gamitana (policultivo), en donde son utilizándolos como limpiadores de materia orgánica del fondo de los estanques **(6)**.

Otro punto, la población de la región Madre de Dios enfrenta problemas sociales, como por ejemplo la desnutrición infantil causada por la insuficiente disponibilidad de alimentos que contengan proteína de origen animal **(7)**, por otro lado, en estudios realizados en el año 2009 sobre los niveles de concentración de mercurio en peces de la Región Madre de Dios, se encontró 0.0260 ppm en la carachama, valor que se encuentra por debajo del límite permisible, según la OMS (0.5ppm) **(8)**.

Ante la insuficiente disposición de tecnología en sistemas de producción intensivo de la carachama negra, es necesario establecer protocolos a través de densidades de cultivo en la fase de engorde, donde permita ganar mayor biomasa y rentabilidad en el menor tiempo. Por tanto ¿Cuál será el efecto de la densidad de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua.

1.2.2. Objetivos específicos.

- ✚ Determinar la respuesta productiva: Velocidad de crecimiento en peso, velocidad de crecimiento en longitud y supervivencia; en el cultivo de carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, bajo tres densidades de cultivo (10, 15,20 peces/m²).
- ✚ Determinar la respuesta económica: Beneficio neto y mérito económico en el cultivo de carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo (10, 15,20 peces/m²).
- ✚ Evaluar la calidad del agua de: Temperatura, transparencia, potencial de hidrogeno, dióxido de carbono, oxígeno disuelto, amoniaco, nitrito, alcalinidad y dureza en el cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) para la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo (10, 15,20 peces/m²).

1.3. VARIABLES.

1.3.1. Variable independiente (X).

Densidades de cultivo, en niveles de 10, 15 y 20 peces/m².

1.3.2. Variable dependiente (Y).

Respuesta productiva, económica y calidad de agua.

Y₁ = Respuesta productiva

Y₂ = Respuesta económica

Y₃ = Calidad de agua

1.4. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Objetivos específicos	Variable	Indicador	Instrumento	Método estadístico
Evaluar el efecto de tres densidades de cultivo de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua.	Independiente: Densidades de cultivo	- 10 peces/m ² - 15 peces/m ² - 20 peces/m ²	El diseño cuasi experimental.	ANOVA ($\alpha = 0,05$). tukey ($\alpha = 0,05$)
Determinar la respuesta productiva: velocidad de crecimiento en peso, velocidad de crecimiento en longitud y supervivencia en el cultivo de carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde, bajo tres densidades de cultivo(10, 15,20 peces/m ²).	Dependiente: Respuesta productiva	- Velocidad de crecimiento en peso (g/día), - Velocidad de crecimiento en longitud (cm/día). - Porcentaje de supervivencia (%)	Ficha de evaluación biométrica.	ANOVA ($\alpha = 0,05$). tukey ($\alpha = 0,05$).
Determinar la respuesta económica (beneficio neto y mérito económico) en el cultivo de carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo(10, 15,20 peces/m ²).	Respuesta económica	- Beneficio neto (s/.). - Merito económico (%).	Registro de costos de producción	ANOVA ($\alpha = 0,05$). tukey ($\alpha = 0,05$).
Evaluar la calidad del agua: temperatura, transparencia, potencial de hidrogeno, dióxido de carbono, oxígeno disuelto, amoniac, nitrito, alcalinidad y dureza) en el cultivo de la carachama negra (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) en la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo (10, 15,20 peces/m ²).	Calidad de agua	- Temperatura (ppm). - Transparencia (cm). - Potencial de hidrogeno (valor absoluto). - Dióxido de carbono (ppm), - Oxígeno disuelto (ppm), - Amoniac (ppm), - Nitrito (ppm), - Alcalinidad (ppm) - Dureza (ppm)	Ficha de control y evaluación de calidad de agua	ANOVA ($\alpha = 0,05$) y tukey ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

1.5. HIPÓTESIS.

Ho: El factor densidad de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde tiene efectos similares sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua.

Ha: El factor densidad de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde tiene en al menos un efecto significativo sobre la respuesta productiva, económica y calidad de agua.

1.6. JUSTIFICACIÓN.

La producción acuícola está sujeta a densidad de cultivo expresado generalmente en números de individuos por metro cuadrado o densidad de carga expresado kg por metro cubico, estas densidades varían de una especie a otra y según el sistema de producción; la carachama negra es una especie bentónica que vive en el fondo de la columna de agua de los estanques. En este contexto, es escasa la información sobre densidades y técnicas de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) haciendo incierta la productividad en condiciones de cautiverio **(9)**.

La carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) es una especie nativa de la amazonia que presenta potencialidad favorable para la actividad piscícola, como el régimen alimenticio detritófago, resistente al manipuleo, resistente a bajos niveles de concentración de oxígeno disuelto y a elevados niveles de gases tóxicos como amonio, nitrito, supervivencia en espacios confinados de altas densidades de cultivo. Estas características le permiten a la especie ser una alternativa de producción **(3)**; además **(10)**, menciona que la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) tiene una carne muy apreciada por presentar un gran valor nutritivo, con niveles altos de fosforo, calcio, hierro y 14.2% de proteína; así mismo esta especie presenta una escasa oferta de producción y alta demanda en el mercado local y nacional. Asimismo **(3)** hace mención que la carachama negra es considerado en el mercado como segunda categoría

de preferencia del público consumidor en la Amazonía peruana, porque forma parte de la dieta tradicional de los pobladores, el cual se convierte en una opción para el cultivo en estanques controlados.

Por otro lado, al fomentar el monocultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) con enfoque técnico a nivel intensivo con fines comerciales, se obtendrá una fuente de alimento rica en proteína animal que sirva para lidiar con el desabastecimiento de la misma y podrá combatir la desnutrición de la población rural y urbana de la Región Madre de Dios.

Por estas justificaciones se realizó esta investigación para determinar la mejor densidad en el cultivo intensivo de carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, esta investigación es con fines indudablemente productivos y fruto de los resultados aportara información valiosa para la implementación de un paquete tecnológico propio de la especie, que estará al alcance de los productores acuícolas de la región Madre de Dios, Puno, Cusco y otras regiones amazónicas del Perú, donde se logre que los piscicultores diversifiquen la actividad acuícola con la incorporación de nuevas especie a las unidades acuícolas, el cual les permita generar mayores ingresos y mejoren su calidad de vida, con el soporte técnico de profesionales comprometidos con la actividad.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.

La carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) conocido con el nombre de pez diablo o plecos es considerado una especie plaga, invasora que ha colonizado los lagos, lagunas y ríos de México, Costa Rica y Colombia, considerado así en estos países como amenaza para el ecosistema acuáticos por presentar alta prolificidad. indican que la carachama negra desplazan a las especies comerciales endémicas, alterando gravemente los ambientes acuáticos; en ese sentido han dedicado mayores investigaciones en la identificación de la especie invasora, descripción de las características estructurales y químicas del exoesqueleto **(11) (12) (13)**.

Al mismo tiempo se están adoptando medidas de control y mitigación para la reducción de las poblaciones de la carachama negra utilizando como forraje y procesando harinas para elaboración de dietas balanceadas para alimentar a otros peces **(14) (15) (16)**. Poco son las investigaciones con enfoque productivo, es así que **(17)** evaluó la posibilidad de la reproducción en cautiverio de la “carachama negra” *Liposarcus pardalis* (Castelnau, 1855), la experimentación se llevó a cabo en el departamento de San Martin, en instalaciones centro de investigaciones Carlos Miguel Castañeda Ruiz del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. También en el año 2005 a 2006 **(18)** estudio la reproducción de *pterygoplichthys pardalis* llegando a describir tipo de reproducción, fecundidad, proporción de sexos y talla de primera madurez sexual en ambiente natural, en la laguna las Ilusiones, Tabasco - México.

Es insipiente investigaciones orientadas al proceso productivo de esta especie. Por tanto, para la preparación de esta investigación, se encontró algunos trabajos afines que a continuación se mencionan:

(19) realizó su investigación, en la empresa Acuicultura Integral Roalca E.I.R.L., localidad El Prado, provincia de Tambopata, departamento de Madre, con el objetivo de evaluar el rendimiento de tres alimentos balanceados pelletizados comerciales (cerdos, aves y conejos), en la etapa de crecimiento de *Pterygoplichthys sp.* "carachama negra", con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Estableció 3% de tasa alimenticia de la biomasa total de población en estudio. En el cual se consiguió resultados, mayor ganancia de peso con el alimento de cerdos 39,40 g, en comparación de con alimento para aves 21,93g, conejos 20,20 g y control -0,67. Así mismo para la ganancia en longitud estándar obtenidos mayor longitud con alimento de cerdos de 1,58 cm, en comparación de aves 1,26 cm, conejos 1,16 cm y control 0,85 cm. En conclusión, el mejor rendimiento del alimento pelletizado fue el de cerdos presentando mejor ganancia de peso, mejor longitud, mejor tasa de conversión alimenticia y factor de condición.

También (20), evaluó en la localidad El Prado Provincia Tambopata, Madre de Dios el efecto de suministro de alimento balanceado sobre el desarrollo de la Carachama (*Liposarcus sp.*), en estado juvenil, alimentados con balanceado pelletizado de 16.5% de proteína, a una densidad de 1 pez/m², la dieta establecida fue T1 (3%BP), T2 (5%BP), T3 (7%BP) y T4 (1%BP) en proporción de la biomasa. Los indicadores de crecimiento a evaluar fueron (ganancia de peso individual, longitud estándar individual, índice de conversión alimenticia y porcentaje de supervivencia). Estadísticamente el tratamiento T3 (5% biomasa de peso) presentó mayor ganancia de peso Individual de $112,66 \pm 26,37$ g, y una longitud estándar Individual de $18,58 \pm 0,71$ cm, con un elevado índice de conversión alimenticia (ICA) de $4,58 \pm 1,14$. según los registros de los parámetros de calidad de agua se encontraron dentro de los rangos permisibles para el cultivo de peces amazónicos; así mismo se evaluó el costo-beneficio donde el tratamiento T1 (3% BP.) obtuvo una mayor relación Beneficio - costo de 1.66, y un menor costo unitario de producción de S/. 6,04 por kilogramo de Carachama.

En Pastaza Ecuador **(21)** evaluó el proceso de crianza de la carachama (*Chaetostoma sp*) en cautiverio, donde el investigador utilizó una alimentación mixta (abono orgánico y alimento comercial), con tres tazas de alimentación, T1 (gallinaza); T2 =ad libitum (gallinaza + balanceado 24% PB); T3 = ad libitum (gallinaza + balanceado 28% PB) con cuatro réplicas cada tratamiento. De acuerdo al análisis estadístico la T1 fue el mejor en la ganancia de peso absoluto y relativo (34, 36 g y 135, 48 %) respectivamente, en comparación a la T2 (27,06 g y 106,16 %) y T3 (31, 28 g y 123, 32 %); así mismo del análisis económico los tratamientos utilizados no son económicamente viables por que generaron pérdidas monetarias.

2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Estado actual de la acuicultura.

Según **(22)** la producción mundial estimado de pescado ha alcanzado unos 178 millones de toneladas hasta el año 2020, de los cuales 88 millones de toneladas, procedieron de la producción acuícola.

Tabla 2. Producción de la pesca y la acuicultura de agua dulce a nivel mundial (millones de toneladas por año).

CATEGORÍA	2016	2017	2018	2019	2020
Pesca continental	11.4	11.9	12.0	12.1	11.5
Acuicultura continental	48.0	49.6	51.6	53.3	54.4

Fuente: **(23)** y **(22)**

Asimismo, en el ámbito nacional las extracciones de la carachama negra de los medios naturales en la amazonia peruana fueron: en Loreto se ha registrado entre 198 a 215 toneladas por año siendo este el mayor volumen extraído, en segundo lugar, el departamento de Ucayali registro de 25 a 70 toneladas por año **(3)**. Sin embargo, en el ámbito local, la región Madre de Dios, los desembarques han sido mínimos, durante el periodo 2013 – 2018 se llegó a registrar un promedio de 3066.5 kg por año, asimismo, en el mismo año 2018 los niveles de producción de la

carachama, provenientes de la actividad acuícola disminuyeron, llegando a registrar sólo 339 kg por año en promedio (5).

Tabla 3. Producción de carachama provenientes de la pesca y la acuicultura en la Región Madre de Dios (Kg por año).

ESPECIE	CATEGORÍA	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Carachama	Pesca	2546	2083	1946	2322	2266	7236
	Acuicultura	172	64	680	480	500	135

Fuente: (5).

2.2.2. Generalidades de la carachama negra.

2.2.2.1. Descripción de la especie.

Según (24) la clasificación taxonómica de la carachama negra es de la siguiente manera.

Reino	:	Animalia
Filo	:	Chordata
Sub Filo	:	Vertebrado
Superclase	:	Osteichthyes
Clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Siluriformes
Familia	:	Loricariidae
Genero	:	Pterygoplichthys sp.
Especie	:	<i>Pterygoplichthys pardalis</i> . (Castelnau, 1855).

Genero Liposarcus, denominado hasta antes del año 2006, de éste para adelante como *Pterygoplichthys*.

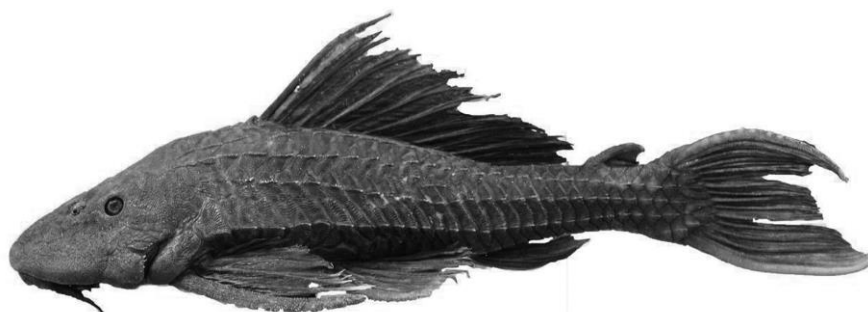


Figura 1. Ejemplar de (*Pterygoplichthys Pardalis*) (3).

2.2.2.2. Orden siluriformes.

Este grupo de peces con hábitos nocturnos, son conocidos popularmente como bagres, caracterizados por presentar placas óseas en vez de escamas que lo cubren total o parcialmente el cuerpo; también presentan barbillas y son peces que viven en el fondo de los cuerpos de agua, donde es abundante troncos y vegetación sumergida **(25) (3)**.

2.2.2.3. Familia loricariidae.

Conocido más de 684 especies en la familia de los loricaridos a nivel mundial **(26)**. Se distinguen por la presencia de placas en piel, dispuestas en muchas filas que suelen cubrir todo el cuerpo, son vegetarianos; cuanto a sus hábitos reproductivos forman nidos de diversa naturaleza en el fondo de la columna de agua **(27)**. Fisiológicamente poseen glóbulos sanguíneos de gran tamaño y cantidades elevadas de ADN por célula, estos factores lo relacionan con el bajo índice metabólico y la capacidad de soportar cambios en la composición del fluido corporal. Estas particularidades de las células, le permiten tolerar las complejas presiones fisiológicas, que se presentan en periodos de sequía, son muy tolerantes a las aguas contaminadas y se adaptan sin dificultad a condiciones cambiantes en la calidad del agua, como por ejemplo en niveles variables de acidez y alcalinidad, también se adaptan fácilmente de aguas blandas a aguas duras **(28)**.

2.2.2.4. Género *Pterygoplichthys*.

Antiguamente nombrado como *Liposarcus*, a partir del 2006 denominado *Pterygoplichthy*, existen aproximadamente 22 especies en este género, dentro de sus características representativas, son de gran tamaño y robusto en relación de los demás, así llegando a medir hasta 50 cm de longitud, además presentan entre 12 a 14 radios dispuestas de espinas **(3)**.

2.2.2.5. Nombre común de *Pterygoplichthys pardalis*.

Carachama negra (Perú), cascudo (Brasil), cucha (Colombia), zapato (Bolivia); plecos, limpia peceras o pez diablo (México) **(3)**.

2.2.2.6. Características distintivas de *Pterygoplichthys pardalis*.

Pterygoplichthys pardalis es una especie, con cuerpo deprimido ventralmente, cubierto la superficie dorsal y lateral por placas óseas ásperas, que da una apariencia de armadura flexible, tienen la boca en forma de ventosa que se ubica en la parte inferior de la cabeza, esta le permite fijarse fuertemente en los sustratos naturales para succionar materia orgánica, algas y resistir corrientes muy rápidas (29). Son peces nocturnos, sus ojos están adaptados para ver en condiciones de baja luminosidad, cuentan con la capacidad de oscurecer a voluntad para mimetizarse y evitar a sus depredadores (30), la parte dorsal de cuerpo es de color oscuro casi negro, el vientre color negro claro, sin placas óseas y con gran cantidad de manchas marrones, el cual este patrón es distintivo de la especie (3).

2.2.2.7. Distribución geográfica de *Pterygoplichthys pardalis*

Pterygoplichthys pardalis se distribuye en Sudamérica (Perú, Brasil) en las cuencas del Amazonas, en el Perú esta especie se distribuye en la amazonia peruana, donde se encuentra en los ríos importantes: Amazonas, Samiria, Curaray, Marañón, Morona, Pastaza, Puinahua, Tapiche, Ucayali, Napo, Putumayo, Yavarí en la región Loreto; en la Región Ucayali en los ríos Ucayali y Purús y en el ámbito regional la carachama negra se encuentra en el río Manu, río Madre de Dios y río Tambopata (3).

2.2.2.8. Biología y ecología de *Pterygoplichthys pardalis*

Son peces iliófagos o detritofagos, su alimentación está basada principalmente de algas del sustrato, materia orgánica en general y microorganismos como protozoarios, hongos y bacterias. La predilección del hábitad son los fondos de las lagunas, ríos con sustratos blandos compuesto por barro y detritos, por lo general son de conductas nocturnos. Cuentan con un estomago en forma de U y ricamente vascularizada que le funciona como pulmón permitiéndole respirar aire atmosférico de por lo menos dos días. Son peces migradores, en cuanto a su reproducción es de 2 a 3 puestas por año, construyen nidos (hoyos o deprecaciones) para la puesta de ovas y cuidan

hasta su eclosión de las larvas; se ha visto notalmente el pico reproductivo más alto que se extiende al final de la vaciante a inicios de las crecientes (3).

2.2.2.9. Valor nutritivo de *Pterygoplichthys pardalis*

La carne de la carachama negra tiene un gran valor nutritivo, es preferido por los pobladores de la amazonia peruana que lo consumen en preparados gastronómicos amazónicos como: chilcano o asado; en cuanto a su valor nutricional contiene por cada 100 gramos los siguientes nutrientes:

Tabla 4. Valor nutricional de la carachama negra

NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía (Kcal)	64
Proteína (g)	14.2
Grasa Total (g)	0.4
Colesterol (mg)	0
Glúcidos (g)	0
Calcio (mg)	140
Hierro (mg)	1.2
Vitamina C (mg)	4.8

Fuente: (10).

2.2.3. Respuestas productivas.

2.2.3.1. Velocidad de crecimiento en peso (VCP).

La velocidad de crecimiento en peso es definida, como un proceso dinámico que refleja el estado nutricional y de homeostasis orgánica de un animal, la velocidad de crecimiento en peso (VCP) es cualquier cambio o material acumulado en el cuerpo y es un indicador de la respuesta productiva que es un requisito básico para determinar los costos de producción que esta expresado en peso por unidad de tiempo (g/día) (31).

2.2.3.2. Velocidad de crecimiento en longitud (VCL).

Es un indicador del crecimiento de la carachama negra, requerimiento básico para alcanzar los costes productivos, la velocidad de crecimiento en longitud se define como cualquier cambio o material acumulado en el cuerpo, expresado normalmente en longitud por unidad de tiempo (cm/día). Los

factores determinantes en la velocidad de crecimiento, son los factores genéticos y ambientales; el factor genético actúa como determinante en el crecimiento y el factor ambiental como modificadores ya que la expresión fenotípica está dada de acuerdo a las condiciones ambientales **(31)**.

2.2.3.3. Supervivencia (S).

La supervivencia considerada como la acción de sobrevivir, se utiliza en animales sometidos para vivir, en condiciones en las que se somete a un estudio o investigación; por lo tanto, la supervivencia está dada por la proporción de peces vivos, expresados en % al final de un estudio o ciclo productivo, para ello es necesario tomar en cuenta el número de animales existentes al inicio **(32)**.

2.2.4. Respuestas económicas.

2.2.4.1. Beneficio Neto (BN).

El beneficio neto en un ciclo o ejercicio operativo, es un indicador de la respuesta económica obtenido de restar a los ingresos totales del productor, todos los egresos que la misma realiza durante ese periodo de producción. Este término, en contabilidad indica la diferencia que se genera entre los ingresos y los gastos totales. En general dicho beneficio, permite al piscicultor evaluar su funcionamiento de la rentabilidad de la producción **(33)**.

2.2.4.2. Mérito Económico (ME).

Mérito económico es un índice que expresa el potencial productivo de un animal en términos económicos. Se define como la diferencia esperada (positiva o negativa) en valor económico (S/.) durante toda la vida productiva del animal evaluado con respecto al promedio del grupo de referencia **(34)**.

2.2.5. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo.

2.2.5.1. Parámetros Físicos del agua.

a) Temperatura.

La temperatura del agua rige las principales actividades vitales de los peces como la respiración, metabolismo y reproducción, por tal razón es un

parámetro físico muy importante que influye en la piscicultura de la amazonia peruana, esto tiene un rango de 20°C a 32°C para el desarrollo adecuado de las especies tropicales **(35)** y **(36)**.

b) Transparencia.

La transparencia es la condición del agua, el cual permite la mayor o menor penetración de los rayos solares, componente necesario para la formación y multiplicación del fitoplancton, que es la base fundamental para la formación de detritos y alimento natural para los peces dentro del estanque **(37)**.

2.2.5.2. Parámetros químicos del agua.

a) Oxígeno disuelto.

Dentro de los parámetros químicos del agua, el oxígeno disuelto es el más importante e indispensable para vida de especies acuáticas, de tal manera que, si no se mantienen valores dentro de los rangos permisibles en forma constante, los peces están vulnerables a enfermedades y la mortalidad **(35)**. Se tiene dos fuentes de oxígeno, la primera que proviene de atmósfera por difusión directa al agua y a través de proceso fotosintético **(37)**. Así mismo las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua están estrechamente relacionadas con la temperatura y ejerce gran influencia sobre la actividad orgánica como el consumo de alimento, el crecimiento y la conversión alimenticia de los peces **(38)**.

b) Potencial de hidrogeno.

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno **(39)**, por lo que es medido en una escala de 0 a 14, el valor 7 en el pH se considera agua neutra, cuando el pH es inferior al valor 7 el agua es ácida y cuando el valor de pH es superior a 7 el agua es básica **(40)**. Los peces amazónicos pueden ser cultivados en aguas con intervalos de pH de 6.5 a 9, el agua de los estanques es más productiva cuando presenta niveles de pH cercanos a neutro **(37)**.

c) Alcalinidad.

Es el valor de todas las bases presentes en el agua, principalmente carbonato y bicarbonato, estas sustancias le confiere la capacidad de

sistema de buffer. La alcalinidad no sólo sirve como sistema amortiguador (tampón, buffer) del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la proliferación de productividad primaria de los cuerpos de agua, sirviendo como una fuente de reserva de CO₂ para la fotosíntesis **(39)**.

d) Dureza.

La dureza total representa los iones metálicos libres en el agua, en su mayoría representado por el calcio y magnesio, la dureza total del agua es expresado en equivalentes de bicarbonatos de calcio **(39)**.

e) Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono es altamente soluble en el agua y constituye el 0.0325% en la atmósfera, en la producción acuícola la fuente de CO₂ es producto de las funciones vitales (respiración) de los peces, fitoplancton y los procesos microbiológicos de la descomposición de la materia orgánica, este parámetro afecta directamente al pH, actuando como componente ácido **(37) (35)**.

f) Amoniaco.

Son metabolitos provenientes de la degradación microbiana de la materia orgánica y de la excreción de compuestos nitrogenados (orina, heces) de los peces **(39)**. Este metabolito en concentraciones elevadas perjudica la producción de peces, ejerce su acción impidiendo el intercambio gaseoso en la respiración, como consecuencia los peces empiezan a boquear a pesar que hay oxígeno disuelto, los valores tolerables por la mayoría de las especies tropicales alcanzan de 1mg/L. **(37)**.

g) Nitrito.

Los nitritos se originan a través de la oxidación del nitrógeno amoniacal que es parte del proceso de nitrificación, este gas está presente en el fondo de los estanques de cultivo de peces, de donde se liberan; en el cual los peces pueden captar por las branquias por difusión **(35)** combinándose con la hemoglobina en la sangre, dando lugar de esta manera a una hipoxia y finalmente puede producir la muerte si no es corregido en su momento **(37)**.

Tabla 5. *Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua en el cultivo de especies amazónica (carachama negra).*

PARÁMETROS	RANGO	UNIDAD
Temperatura	25 – 30	°C
Transparencia	15 – 30	Cm
Oxígeno disuelto	4 – 7	Ppm
PH	6.5 – 7.5	Valor absoluto
Amoniaco	0.06	Ppm
Nitrito	0.01	Ppm
Alcalinidad	30 - 200	Ppm
Dióxido de carbono	menor a 20	Ppm
Dureza	20 -300	ppm

Fuente: (37), (39).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

B: Biomasa.

BI: Biomasa inicial.

BF: Biomasa final.

BN: Beneficio neto

CF: Costo fijo

CV: Costo variable.

CT. Costo total.

CO₂: Dióxido de carbono.

CaCO₃: Carbonato de calcio.

GH: Dureza

IB. Incremento de biomasa

KH: Alcalinidad.

NH₃: Amoniaco no ionizado.

NO₂: Nitrito.

OD. Oxígeno disuelto.

P: Densidad de cultivo

PI: Peso inicial.

PF: Peso final.

pH: Potencial de Hidrogeniones.

PS: Porcentaje de supervivencia.

LSI: Longitud estándar inicial.

LSF: Longitud estándar final.

ME: Merito económico.

T: Tiempo

VCP: velocidad de crecimiento en peso.

VCL: velocidad de crecimiento en longitud.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Acuicultura Integral Roalca, ubicado en el km 6.5 carretera el Prado, comunidad el Prado, distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, región Madre de Dios, con coordenadas: latitud $12^{\circ}30'33.05''S$, longitud $69^{\circ}11'54.53''O$ y altitud 175 m.s.n.m.



Figura 2. Piscigranja de la Acuicultura Integral Roalca EIRL. (Google Earth 2022.)

3.2. TIPO DE ESTUDIO.

El estudio comprende a una investigación de tipo experimental con un nivel aplicativo porque persigue fines prácticos y de aplicación inmediata.

3.3. DISEÑO DE ESTUDIO.

En este estudio se aplicó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

a) Densidad de cultivo.

La densidad de cultivo de este trabajo de investigación se expresó en individuos por metro cuadrado tomado como referencia de los manuales de cultivo de peces amazónicos **(41) (37)**, también se tomó en cuenta el sistema de cultivo, asimismo la ubicación de la especie en la columna o estrato del agua, donde la carachama negra se clasifica como una especie bentónica (fundo de estanques) **(3)**.

b) Población.

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

b) Muestra.

La muestra representativa en este estudio de investigación, han sido 1800 individuos de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en fase de engorde, de los 3 tratamientos y 4 repeticiones, obtenidos del centro acuícola ROALCA, con peso promedio de 60.82 ± 5 g y 14.88 ± 5 cm de longitud estándar.

Para el muestreo se consideró el 10% de la muestra según **(41) (37)**, también se tomó la referencia de los estudios realizados por **(20)** y **(19)** en cada unidad experimental, completamente al azar, que son 180 individuos de 12 unidades experimentales de 10 m² cada uno. Asimismo, la determinación de las densidades de cultivo de esta investigación se tomó a criterio del investigador y por el experto en cultivo de peces amazónicos de la empresa acuícola ROALCA (Blgo. Olger Mochcco Muñoz), por lo que se ha observado en confinamiento de grandes números de peces en espacios reducidos.

Tabla 6. Distribución de las muestras en estudio.

TRATAMIENTO	REPETICION				SUB TOTAL
	R1	R2	R3	R4	
T1	100	100	100	100	400
T2	150	150	150	150	600
T3	200	200	200	200	800
TOTAL DE POBLACIÓN					1800

Fuente. *Elaboración propia, 2022.*

Tabla 7. Distribución de muestras en estudio.

Descripción	Tratamientos			Población y muestra
	T 1	T 2	T 3	
Población/unidad experimental	100.00	150.00	200.00	1800.00
% de muestreo/unidad experimental	10%	10%	10%	10%
Muestra/unidad experimental	10.00	15.00	20.00	180.00

Fuente. *Elaboración propia, 2022.*

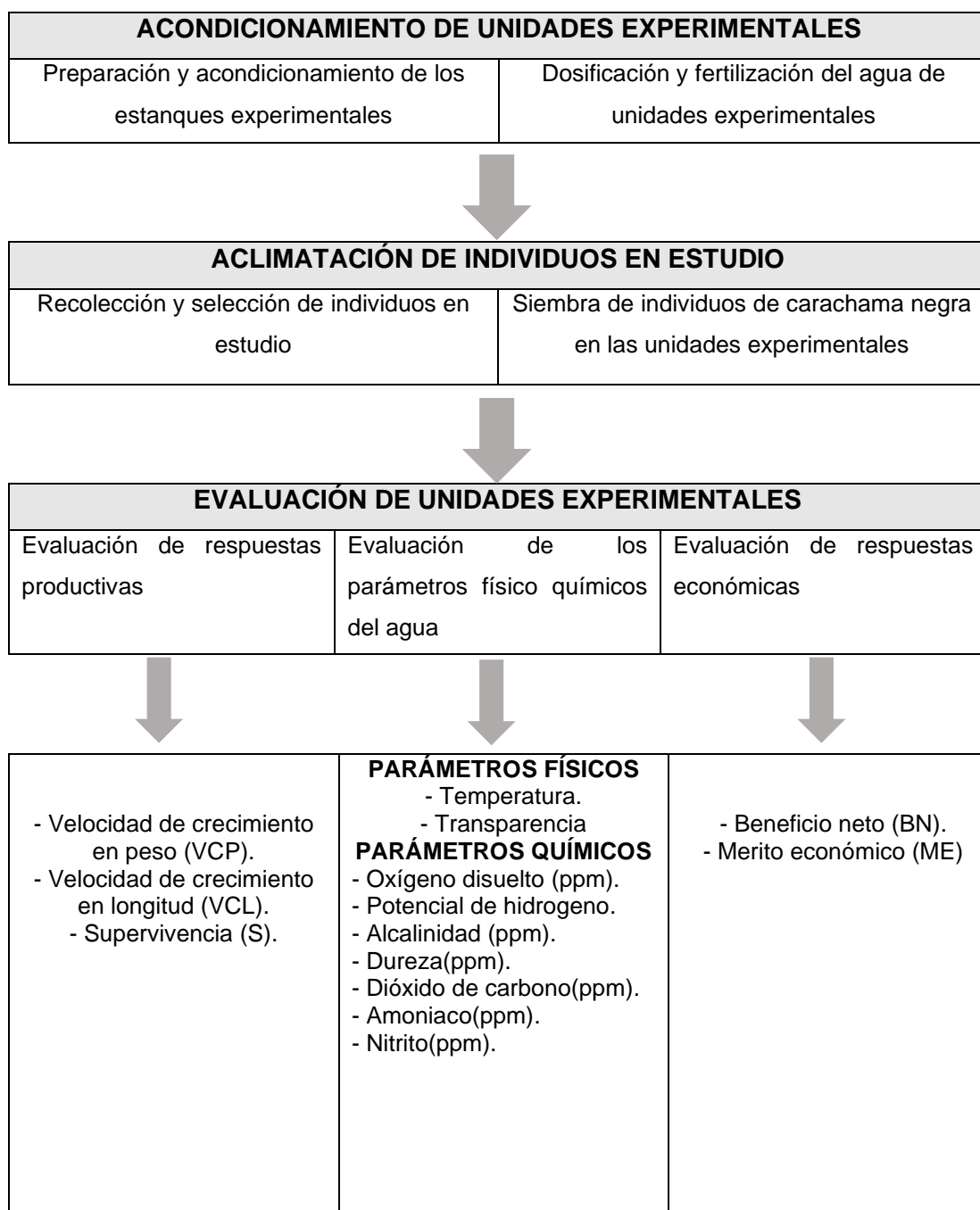


Figura 3. Croquis de distribución de unidades experimentales por tratamientos de la investigación. (*Elaboración propia, 2022.*)

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS.

Para efectos de la investigación se sigue la marcha de la siguiente secuencia metodológica.

Secuencia metodológica del estudio de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Acondicionamiento de unidades experimentales.

3.5.1.1. Unidades experimentales.

Las unidades experimentales fueron estanques de tierra en forma rectangular en un área de 10 m² de espejo de agua.



Figura 4. Unidades experimentales en la empresa Acuícola Roalca.

3.5.1.2. Preparación y Acondicionamiento de unidades experimentales.

a) Preparación del fondo de las unidades experimentales.

La preparación de las unidades experimentales consistió en retirar partes de plantas, ramas, piedras u otros objetos de las bases y las paredes de los estanques que pudieran obstaculizar los trabajos durante la ejecución del estudio (37).



Figura 5. Preparación de estanque experimental.

b) Llenado de agua a las unidades experimentales.

El llenado de agua a las unidades experimentales se realizó con una motobomba dispuesto de una manguera de succión y una manguera de expulsión, se llenó con agua filtrada para evitar el ingreso de otros peces ajenos a la investigación que puedan alterar el estudio.



Figura 6. Llenado de agua a las unidades experimentales.

3.5.1.3. Dosificación y fertilización del agua.

Se aplicaron dos niveles de fertilización del agua de los estanques tomando referencia según (37) y (41), una inicial con dosis elevada y otra de mantenimiento con menor dosis. Se usó una mezcla de carbonato de calcio, NPK al 60 % (20% 20% 20%) y guano de isla, esta mezcla es reposado en un recipiente (balde) con 20 litros de agua por 24 horas antes de la aplicación a las unidades experimentales.

Tabla 8. Dosis de fertilización inicial usado en la investigación.

Dosis	Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	NKP al 60% (Kg)	Guano de isla (Kg)
Tratamiento - 1	1.8	0.05	0.13
Tratamiento - 2	1.8	0.05	0.13
Tratamiento - 3	1.8	0.05	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2020.

7 días antes a la siembra de la carachama negra se fertilizo el agua de los estanques, luego se prosiguió mensualmente con la dosis de mantenimiento

durante el tiempo del experimento. Esta labor se cumplió con la finalidad de formar fitoplancton y detritus en las unidades experimentales las cuales son la fuente de alimentación de las carachamas negras.

Tabla 9. Dosis de fertilización de mantenimiento usado en la investigación.

Dosis	Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	NKP al 60% (Kg)	Guano de isla (Kg)
Tratamiento - 1	0.5	0.02	0.8
Tratamiento - 2	0.5	0.02	0.8
Tratamiento - 3	0.5	0.02	0.8

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 7. Fertilización de agua de las unidades experimentales.

3.5.2. Aclimatación de unidades experimentales.

3.5.2.1. Recolección y selección de carachama negra.

La recolección de los individuos para someter al estudio, se obtuvieron de estanques de engorde de la piscigranja ROALCA, con uso de una red de pesca de tipo medio mundo con $\frac{1}{2}$ " de abertura de la cocada de malla, fueron puesto en tinas y jivas conteniendo agua y posteriormente se seleccionaron individuos de 60.82 ± 5 g de peso y 14.88 ± 5 cm de longitud estándar.



Figura 8. Recolección y selección de carachama negra para la investigación.

3.5.2.2. Siembra de carachama negra.

En el tratamiento 1 se sembraron 100 individuos por repetición haciendo un total de 400, en el tratamiento 2 se sembraron 150 individuos por repetición haciendo un total de 600 y en el tratamiento 3 se sembraron 200 individuos por repetición haciendo un total de 800 individuos de carachama negra, las cuales fueron transportados en recipientes contenidos con agua y antes de liberarlos fueron aclimatados para evitar mortalidad por shock térmico.



Figura 9. Siembra de carachas negras.

3.5.2.3. Alimentación.

Para la alimentación de las carachamas negras se utilizó alimento tipo pelletizado para cerdos con 16.5% de proteína de acuerdo a (20) y (19), con una tasa de alimentación de 1% de la biomasa total según los manuales de

cultivo de peces amazónicos **(41)** y **(37)**, así mismo el ajuste de la ración se realizó cada 30 días de acuerdo a los resultados de la evaluación biométrica, la frecuencia alimenticia fue una vez por día (8 am).

3.5.3. Evaluación de unidades experimentales

3.5.3.1. Evaluación biométrica.

El muestreo biométrico se realizó en todos los estanques de investigación cada treinta días, utilizando la red de pesca, en horas de la mañana (7:00 am) para evitar el estrés calórico producto de la radiación solar. Se muestrearon el 10 % de la población de carachama negra de la investigación, con la finalidad de evaluar los indicadores de las respuestas productivas como: Velocidad de crecimiento en peso (VCP), Velocidad de crecimiento en longitud (VCL), y al final de la investigación la supervivencia (S). Para la medición de la longitud estándar se utilizó un ictiómetro de 50 cm y para pesar se usó balanza digital de capacidad 10 kg con 1 g de precisión. A continuación, se presenta las fórmulas de los indicadores productivos, obtenidos de **(42)**.



Figura 10. Evaluación biométrica de la carachama negra en la investigación.

- Velocidad de crecimiento en peso (VCP) **(42)**.

$$(VCP) = \frac{PF(g) - PI(g)}{T (días)}$$

Donde:

PF = peso final.

PI = peso inicial

T = tiempo (en días)

- Velocidad de crecimiento en longitud (VCL) **(42)**.

$$(VCL) = \frac{LSF(cm) - LSI(cm)}{T (días)}$$

Donde:

LSF = longitud estándar final.

LSI = longitud estándar inicial.

T = tiempo (en días).

- Supervivencia (S) **(42)**.

$$S = \frac{NF}{NI} \times 100$$

Donde:

PS = porcentaje de supervivencia.

NF= Numero de peces vivos al final.

NI = Numero de peces vivos al inicio.

3.5.3.2. Evaluación de los parámetros Físico – Químicos del agua.

El muestreo de los parámetros fisicoquímicos del agua se efectuó en los 12 estanques, se tomaron 4 muestreos al 0 día, a los 30 días, a los 60 días y a los 90 días de la experimentación, teniendo una frecuencia de cada 30 días del experimento con la finalidad de conocer condiciones físico - químicas del agua que a continuación se menciona en la tabla 10.

Tabla 10. Método para terminación de los parámetros fisicoquímicos del agua.

TIPO DE ANÁLISIS	PARÁMETROS	UNIDAD	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MARCA	MÉTODO
Evaluación de parámetros físicos	Temperatura	°C	Termómetro	Lamotte - modelo AQ – 2	-
	Transparencia	Cm	Disco secchi	Lamotte - modelo AQ – 2	-
Evaluación de parámetros químicos	pH	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Colorimétrico
	OD	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico
	CO ₂	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico
	NH ₃	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico
	NO ₂	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico
	KH	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico
	GH	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	Titrimétrico

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.5.3.3. Evaluación del rendimiento económico.

Al final de la investigación se evaluó el rendimiento económico el cual se determinaron a través del beneficio neto (BN) y merito económico (ME) por kg de peso vivo por cada tratamiento, para ello los costos de producción se consideraron los costos variables: costo de alimento, costos de fertilizantes y mano de obra según (43) y costos fijos (precio de compra de las carachamas negras). Los cálculos del beneficio neto y merito económico para cada tratamiento se calcularon según las siguientes formulas (44).

a) Beneficio neto (BN) (45).

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

BN_j = Beneficio neto en Nuevos Soles (S/.)

j = Tratamiento

P = Precio por kg del pescado (S/.)

Y_j = Peso final por cada tratamiento (S/. /Kg)

CV_j = Costo variable por pescado/ tratamiento (S/.)

CF_j = Costo fijo por pez (S/.)

b) **Mérito económico (ME) (45).**

Para el análisis de mérito económico del trabajo de investigación, se empleó la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{BN}{CT} \times 100$$

Dónde:

ME = Merito económico en porcentaje.

BN = Beneficio neto por tratamiento.

CT = Costo total por tratamiento.

3.6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

En el presente trabajo de investigación se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) y para el análisis de datos se utilizó el análisis estadístico (Análisis de Varianza Simple – ANOVA), con el paquete estadístico spss – 25 para procesar la toma de datos de las respuestas productivas, económicas y parámetros físico-químicos del agua, en caso de existir diferencias significativas en la comparación de medias, se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación de la j-ésima estanque, en la i-ésima densidad

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de la i-ésima densidad

E_{ij} = Error experimental

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de los resultados nos basaremos en los tres objetivos específicos que nos planteamos al inicio:

4.1. RESPUESTAS PRODUCTIVAS.

Para la evaluación de las repuestas productivas a diferentes densidades (10, 15 y 20 peces/m²) de cultivo en la carachama negra en fase de engorde, se implementó un diseño experimental completamente al azar (DCA), por cada tratamiento cuatro repeticiones. Donde se evaluaron la velocidad de crecimiento en peso (VCP), velocidad de crecimiento en longitud (VCL) y supervivencia (S).

4.1.1. Velocidad de crecimiento en peso (g/día).

Para este experimento se trabajó con tres densidades de cultivo (ρ_1 cultivo = 10 peces/m², ρ_2 cultivo = 15 peces/m² y ρ_3 cultivo = 20 peces/m²); en la carachama negra en la fase de engorde, para la evaluación de la VCP se dio mediante la aplicación de la fórmula de (42), las evaluaciones se realizaron cada 30 días por un periodo de 3 meses.

Tabla 11. Evaluación y comparación de VCP (g/día) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde.

DENSIDAD DE CULTIVO	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCP (g/día)		
	30 días	60 días	90 días
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$
T1 (10 peces/m ²)	0.69±0.03	0.60±0.04	0.64±0.02
T2 (15 peces/m ²)	0.61±0.05	0.47±0.03	0.21±0.02
T3 (20 peces/m ²)	0.43±0.02	0.35±0.01	0.36±0.02
ANOVA			
F	43,124	71,786	540,902
P	0.000...	0.000...	0.000...

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 11 se observa, los valores promedio (\bar{X}) y sus respectivas desviaciones estándar (S) de la VCP en la carachama negra, los que fueron

sometidos al cultivo en diferentes densidades, también se detallan los valores estadísticos de Fisher (F) del “Análisis de Varianza”, el cual muestra que existe diferencias altamente significativas (A.S.) en el promedio de la VCP en las evaluaciones realizadas en los días 30, 60 y 90, durante el periodo del estudio.

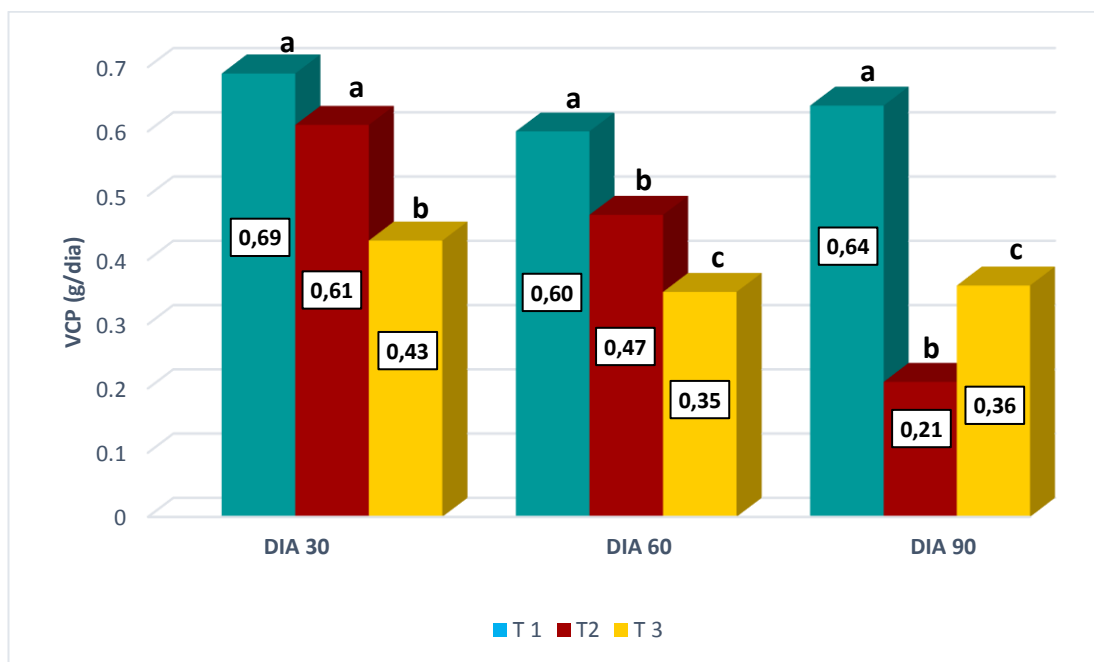


Gráfico 1. Comparación de la velocidad de crecimiento en peso (VCP) de la carachama negra en el día 30, 60 y 90.

En el gráfico 1, se muestra la prueba de Tukey, la que indica la presencia de dos grupos (a y b), que estadísticamente quiere decir que a los 30 días de cultivo los efectos de las densidades de cultivo de la T1 (10 peces/m²) y la T2 (15 peces/m²) sobre VCP son similares y el efecto de la densidad de la T3 (20 peces/m²) sobre la VCP es diferente a la T1 (10 peces/m²) y T2(15 peces/m²). La T1 (10 peces/m²) presentó el mayor VCP en la carachama negra con un promedio de 0.69 g/día, mientras que la T3 (20 peces/m²) presentó la menor VCP de la carachama negra con un promedio de 0.43 g/día.

Asimismo, en el gráfico se aprecia los resultados de la segunda evaluación, donde se observa la presencia de tres grupos (a, b y c). en el que estadísticamente quiere decir que, a los 60 días de cultivo la T1, T2 y T3 tienen efectos diferentes sobre la VCP (g/día). Donde la T1 (10 peces/m²) presentó

el mayor VCP en la carachama negra con un promedio de 0.60 g/día y la T3 (20 peces/m²) presento el menor VCP con un promedio de 0.35 g/día.

En el mismo gráfico, al día 90 se muestra la prueba de Tukey la que indica la presencia de tres grupos (a, b y c), en donde la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre la VCP en la carachama negra en la fase de engorde, presentándose el menor VCP en la T2 (15 peces/m²) con un promedio de 0.21 g/día, mientras que el mayor VCP se presentó en la T1 (10 peces/m²) con un promedio de 0.64 g/día.

Los resultados de la velocidad de crecimiento en peso (VCP) de la carachama negra en la fase de engorde muestran un alto nivel de significancia entre tratamientos (T1, T2 y T3); presentando el mayor VCP en la T1 (10 peces/m²) durante los 90 días de investigación, obteniendo un promedio total de 0.64 g/día; este resultado alcanzado es mayor en comparación a lo reportado por **(19)** donde utilizo ejemplares de carachama negra con un peso promedio de 85.3 g, criadas en estanques de tierra a una densidad de 1 pez/m², alimentadas con alimentos balanceado (aves, conejos y cerdos) consiguiendo el mejor resultado con alimento para cerdos a una tasa alimentación del 3%, en el cual logró una VCP de 0.44 g/día; así también, nuestros resultados en VCP defirieren a lo conseguido por **(20)** en el que se obtuvieron mayores resultados en la VCP de la carachama negra con un valor promedio de 1.88 g/día, donde fueron cultivadas a una densidad de 1 pez /m², en estanques de tierra, alimentados con dieta balanceada a diferentes % de tasa alimenticia (1%, 3%, 5% y 7% de la biomasa), asimismo registraron el mejor resultado a una tasa de alimentación de 7%; de tal manera, la VCP de la carachama negra en fase adulta depende de varios factores extrínsecos, como es la densidad de cultivo, la disponibilidad de alimento, características hídricas del sistema cultivo, requerimientos fisiológicos y comportamiento de la especie en cultivo **(21)**; es oportuno hacer hincapié que hasta la fecha aún es carente la información sobre el manejo de densidades de cultivos en la carachama negra, sin embargo, los resultados de la VCP bajo el análisis de esta investigación, la densidad de cultivo es inversamente proporcional a la VCP de los especímenes.

Es necesario mencionar que la densidad de cultivo y la disponibilidad de alimento, juegan un papel fundamental en la VCP en la carachama negra, donde esta especie presenta una alimentación iliofago por consumir fitoplancton y detritos producidos por descomposición de la materia orgánica **(3)**. Es así que en la presente investigación, para la disponibilidad de alimento natural en las unidades experimentales se fertilizaron mensualmente con insumos químicos (carbonato de calcio, NPK al 60 % y de guano de isla), nutrientes necesarios para la productividad del fitoplancton en la columna de agua y formación de detritus, también se complementó con el suministro diario de alimento balanceado (cerdos con un nivel proteico de 16.5%) a una tasa de alimentación del 1% obteniendo buenos resultados ya mencionados anteriormente, coincidiendo con **(46)** donde reportaron un mejor crecimiento en peso y talla, en los grupos de carachama negra que fueron alimentados con una dieta mixta (alimento balanceado con microalgas - *Scenedesmus*, *Chorella* y *Nannochloris*), en la etapa de postlarva. Así también **(15)** en su estudio realizó análisis del contenido intestinal de la carachama negra, en el cual confirma la presencia de algas de diferentes géneros, materias orgánicas y detritos con 73.7%, 20.2% y 6.1% de frecuencia respectivamente, categorizando las algas como un alimento primario.

4.1.2. Velocidad de crecimiento en longitud (cm/día).

Para determinar la velocidad de crecimiento en longitud se tomó la medida de longitud estándar dado en VCL (cm/día), fue mediante la fórmula propuesto por **(42)**, Para este experimento se trabajó las carachamas negras en la fase de engorde fueron sometidas a tres densidades de cultivo (ρ_1 cultivo = 10 peces/m², ρ_2 cultivo = 15 peces/m² y ρ_3 cultivo = 20 peces/m²); donde fueron evaluadas cada 30 días por un periodo de 3 meses.

Tabla 12. Evaluación y comparación de la velocidad de crecimiento en longitud (cm/día) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCL (cm/día)		
	30 días	60 días	90 días
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$
T1 (10 peces/m ²)	0.04±0.001	0.03±0.011	0.06±0.006
T2 (15 peces/m ²)	0.03±0.014	0.03±0.007	0.02±0.007
T3 (20 peces/m ²)	0.03±0.006	0.02±0.006	0.03±0.007
ANOVA			
F	0,794	3,000	22,826
P	0,481	0,100	0.00...

Fuente: Elaboración propia (2022).

Se observa en la Tabla 12, los valores promedios y sus respectivas desviaciones estándar de la VCL de la carachama negra, a las que fueron cultivados a diferentes densidades, también se detallan los valores estadísticos de Fisher (F) del “Análisis de Varianza”, el cual muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos (T1, T2 y T3) sobre los promedios de la VCL en las evaluaciones realizadas en los días 30 y 60; sin embargo, en la evaluación de los promedios de la VCL en el día 90 muestra que existe diferencias altamente significativas (A.S.).

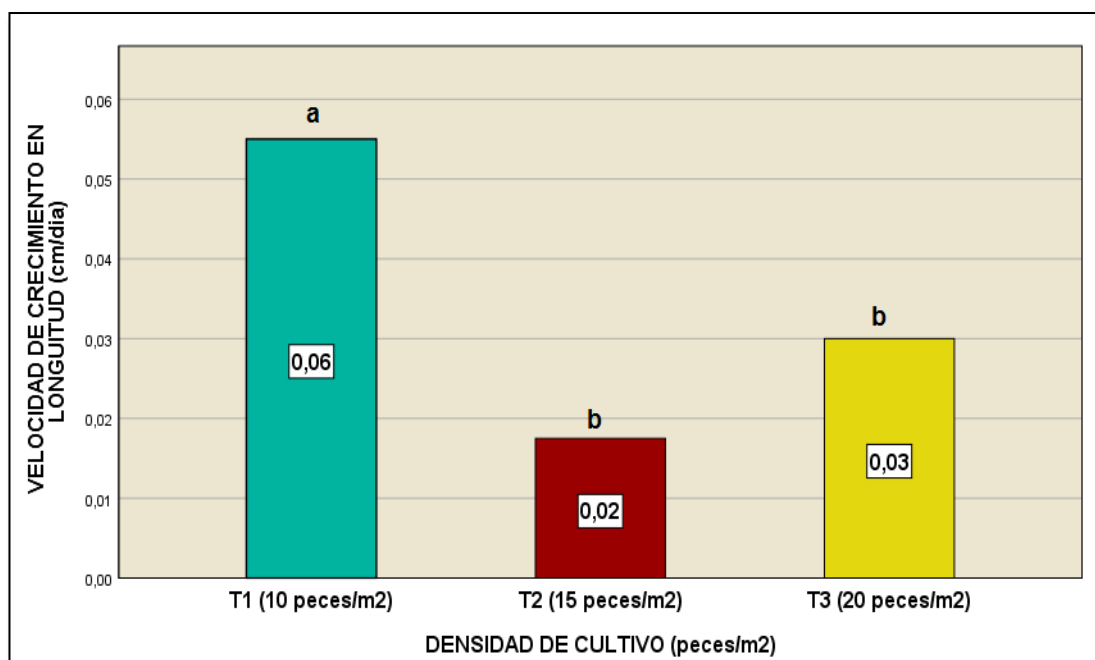


Gráfico 2. Comparación de la velocidad de crecimiento en longitud (VCL) de la carachama negra en el día 90.

En el grafico 2, se muestra la prueba de Tukey, la que indica la presencia de dos grupos (a y b), que estadísticamente quiere decir en el día 90 de evaluación en el cultivo de la carachama negra en fase de engorde, los efectos de las densidades de cultivo de la T1 (10 peces/m²) es diferente a la T2 (15 peces/m²) y T3 (20 peces/m²) sobre VCL, sin embargo, la densidad de cultivo de la T2 (15 peces/m²) y T3 (20 peces/m²) presentan efectos similares sobre la VCL. Asimismo, se observa que el T1 (10 peces/m²) presento el mayor VCL de la carachama negra con un promedio de 0.06 cm/día, mientras que la T2 (15 peces/m²) presento el menor VCL de la carachama negra con un promedio de 0.02 cm/día.

La densidad de cultivo sobre la VCL en la carachama negra en la fase adulta, en las evaluaciones del día 30 y 60, no presentan diferencias significativas, pero en la evaluación de día 90 presentó un efecto significativo de la densidad de cultivo sobre la VCL. Obteniendo así el mayor VCL en el T1 (10 peces/m²) durante los 90 días de investigación, obteniendo un promedio total de 0.04 cm/día, este resultado obtenido es mayor en comparación a lo reportado por **(19)** donde registro una ganancia de la longitud estándar individual promedio de 0.017 cm/día en 90 días de cultivo a una densidad de siembra de 1 pez/m² y alimentadas con alimento balanceado (cerdos-16.5%) a una tasa de alimentación de 3%, en la carachama negra; por otro lado en el estudio realizado por **(20)** donde obtuvieron ganancia en longitud estándar individual promedio de 0.08 cm/día en 60 días, cultivadas a una densidad 1 pez/m², donde fueron alimentadas con dieta balanceado (16.5%) con una tasa de alimentación de 1%. Esta diferencia está influenciado a varios factores extrínsecos, como la densidad de cultivo y la disponibilidad de alimento, son los factores más críticos en cultivo de peces, donde se debe de manejar de acuerdo a las condiciones del sistema de cultivo **(37)**, **(41)** y **(35)**. En efecto de esta investigación, podemos afirmar que, entre mayor sea la densidad de cultivo, mayor será la competencia por el alimento, donde afecta directamente el crecimiento en longitud de los especímenes.

4.1.3. Supervivencia (%).

Para la determinación de este parámetro productivo se trabajó con tres densidades de cultivo para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, donde el T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se evaluó la supervivencia (%) en las unidades experimentales durante 90 días de investigación.

Tabla 13. Evaluación de supervivencia (%) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	SUPERVIVENCIA (%)	F _{Calculado}	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	100±0.00%	0,655	0,542
T2 (15 peces/m ²)	100±0.25%		P>0.05
T3 (20 peces/m ²)	100±0.62%		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 13, se muestra los promedios de la supervivencia (%) de la carachama negra en la fase de engorde y sus respectivas desviaciones estándar, asimismo se detalla también el valor de Fisher $F= 0.655$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, el cual muestra que no existe diferencia significativa $0.542 > 0.05$, por consiguiente, indica que la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre la supervivencia (%) en la carachama negra en la fase de engorde.

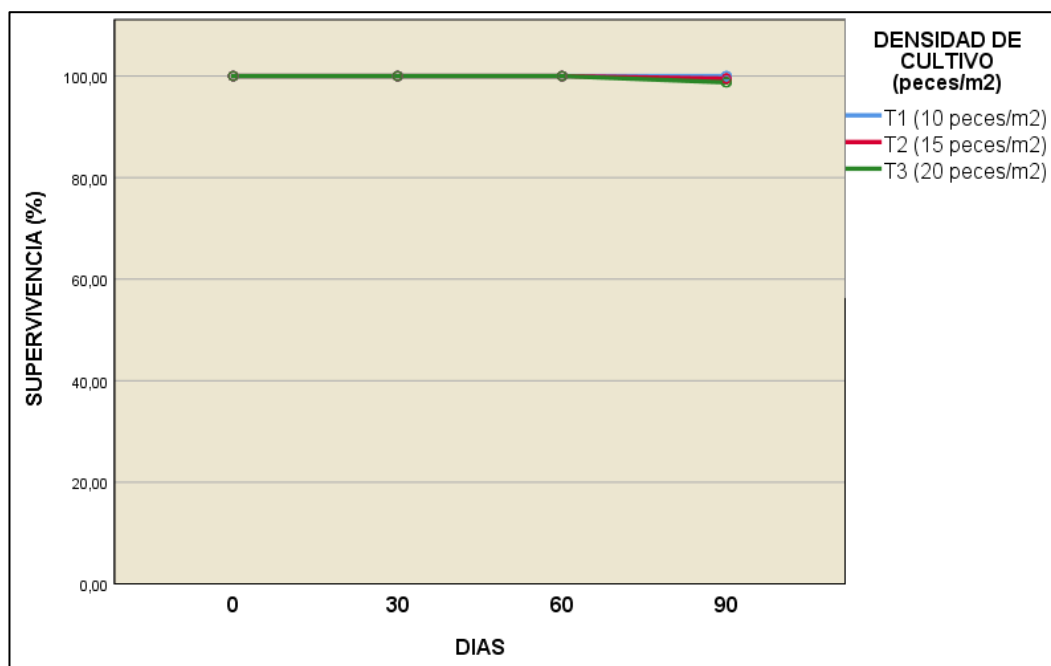


Gráfico 3. comportamiento de la supervivencia (%) en la carachama negra (*pterygoplichthys pardalis*) durante los 90 días de investigación. elaboración propia (2022).

En el gráfico 3, se observa la supervivencia de la carachama negra sometida a tres densidades de cultivo durante 90 días, del día 0 al 60 no se registraron ninguna mortandad en los diferentes tratamientos (T1, T2 y T3), obteniendo una supervivencia promedio del 100%; de igual forma al día 90 no se registró ninguna mortalidad en la T1 (10 peces/m²) presentando una supervivencia promedio del 100%; sin embargo, en la T2 (15 peces/m²) y T3 (20 peces/m²), se registró una supervivencia promedio de 99.50% y 98.75% respectivamente (ver anexo tabla 41). Obteniendo la mayor supervivencia en la T1 (10 peces/m²) con un promedio del 100% coincidiendo con **(20)**, donde también obtuvieron una supervivencia del 100%, en el cultivo de carachama negra a una densidad de 1 pez/m² alimentados con 4 diferentes % de tasa de alimentación (1, 3, 5 y 7 %).

La razón probable de la mortalidad de especímenes en la T2 (15 peces/m²) y la T3 (20 peces/m²), puede deberse a competitividad por el espacio por la alta densidad de cultivo y como también por la elevada productividad primaria en la unidades experimentales, trayendo como consecuencia niveles bajos de oxígeno disuelto y valores en niveles tóxicos como el amonio y CO₂ por

periodos cortos durante las madrugadas, originándoles estrés a los animales y posteriormente la muerte; pero es importante mencionar que la carachama es una especie que por su comportamiento y su ubicación en la columna de agua dentro de los estanques de cultivo es menos exigente y resistente a condiciones críticas (47).

4.2. RESPUESTAS ECONÓMICAS.

Al culminar el trabajo de investigación se determinó las respuestas económicas: Beneficio neto (BN) calculado en nuevos soles por kg de carachama negra y mérito económico (ME) calculado en % por kg de carachama negra, en la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo (ρ_1 cultivo = 10 peces/m², ρ_2 cultivo = 15 peces/m² y ρ_3 cultivo = 20 peces/m²).

Tabla 14. Resumen de biomas inicial (BI), biomasa final (BF) e incremento de biomasa (IB).

TRATAMIENTO	BIOMASA INICIAL(BI) Kg.	BIOMASA FINAL (BF) Kg.	INCREMENTO DE BIOMASA (IB) Kg
T 1 (10 peces/m ²)	6.08	11.84	5.76
T 2 (15 peces/m ²)	9.17	14.92	5.75
T 3 (20 peces/m ²)	12.10	18.67	6.57

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 14 se observa el registro de la BI y BF de cada tratamiento (T1, T2 y T3) determinando así el IB, donde se obtuvo el mayor valor en la T3 (20 peces/m²) con 6.57 kg durante los 90 días de cultivo, seguidamente la T1 (10 peces/m²) y la T2 (15 peces/m²) con 5.76 kg y 5.75 respectivamente.

4.2.1. Determinación de costo de producción.

Para la estimación de costos de producción de la carachama negra en la fase de engorde, se consideró los costos de inversión: depreciación de infraestructura y equipo de acuerdo a las tasas de depreciación aceptadas por

la sunat; costos fijos: costo de carachama y los costos variables: costo de los alimentos balanceados, costo de los fertilizantes y la mano de obra según (43) y también según análisis de rentabilidad de producción de la empresa ROALCA; para los tres tratamientos.

Tabla 15. Estructura de los costos de producción por tratamiento.

COSTOS DE PRODUCCIÓN							
TRATAMIENTO	COSTO DE INVERSIÓN		COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES			TOTAL
	infraestructura depreciado s/.	equipos y materiales depreciado s/.	Especímenes de carachama s/.	fertilizantes s/.	alimento balanceado s/.	mano de obra s/.	
T1	2.50	1.50	25.00	6.66	19.58	1.44	56.67
T2	2.50	1.49	37.50	6.66	28.47	1.44	78.06
T3	2.50	1.71	50.00	6.66	35.28	1.64	97.79

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 15 se observa los costos totales de producción en la carachama negra donde fue sometida a diferentes densidades de cultivo (T1, T2 y T3), en el cual se especifican los costos de inversión, fijos y variables por tratamiento. Siendo la T3 (20 peces/m²) la que representa un costo total de s/. 97.79 para la producción de 6.57 kg de carachama negra, obteniendo un costo total unitario de s/. 14.88, en cuanto a la T2 (15 peces/m²) el costo total de producción es de s/. 78.06 para producir 5.75 kg de carachama negra, obteniendo un costo total unitario de S/. 13.59 y finalmente la T1(10 peces/m²) tuvo un costo total de producción de s/. 56.67 para producir 5.76 kg de carachama negra, obteniendo un costo total de producción unitario de s/. 9.84

4.2.2. Beneficio Neto (BN).

Se determinó el BN (soles) en la producción de la carachama negra a diferentes densidades de cultivo (T1, T2 y T3), en un periodo de 90 días de evaluación, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 16. Evaluación de BN (soles) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO (soles)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	5.16±0.14	202.002	0,00... A.S. P<0.05
T2 (15 peces/m ²)	1.41±0.49		
T3 (20 peces/m ²)	0.12±0.38		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 16, se observa los promedios del BN en la producción de la carachama negra en la fase de engorde sometida a diferentes densidades de cultivo, durante 90 días de evaluación y sus respectivas desviaciones estándar, también se detalla el valor de Fisher $F= 202.002$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, el cual muestra que si existe diferencias altamente significativas (A.S.) $0.00... < 0,05$, por consiguiente indica que la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre el BN en la producción de la carachama negra.

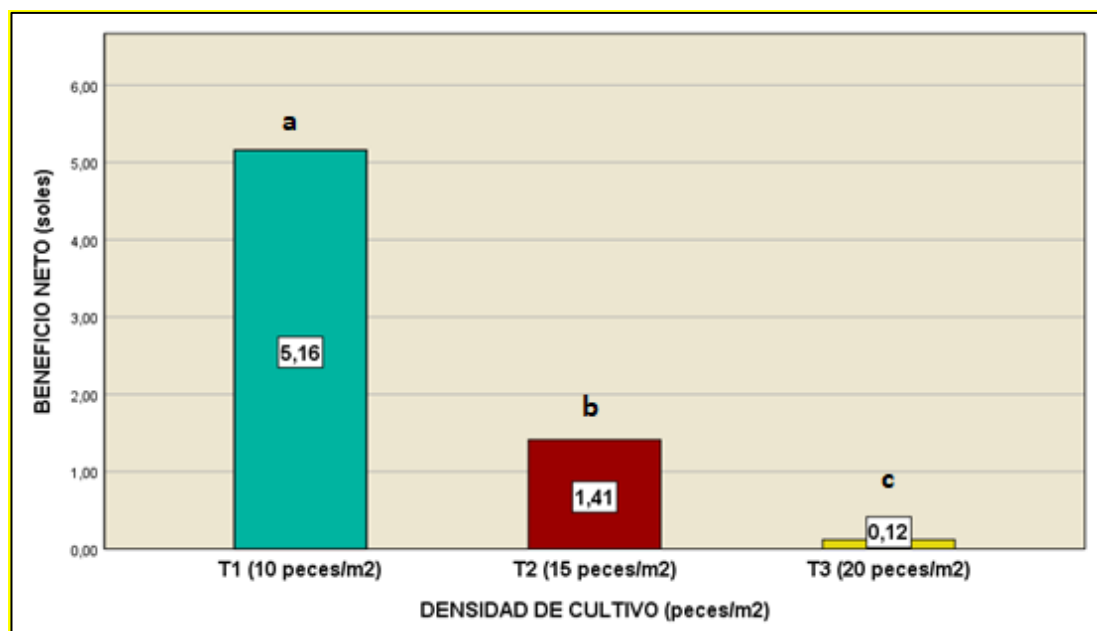


Gráfico 4. Comparación del BN en el cultivo de la carachama negra en fase de engorde sometida a diferentes densidades de cultivo.

En el gráfico 4 se muestra la prueba de Tukey, lo que indica la presencia de tres grupos (a, b y c), donde la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre el BN en cultivo de la carachama negra en la fase de engorde, presentándose el menor BN en la T3 (20 peces/m²) a los 90 días de evaluación con un promedio de s/. 0.12 por kg, mientras que el mayor valor del BN se presentó en la T1 (10 peces/m²) con un promedio de s/.5.16 por kg, donde fueron alimentados con una dieta mixta (microalgas-alimento balanceado a una tasa alimentación del 1%); obteniendo un resultado mayor a lo reportado por (20), donde alcanzaron un BN de s/. 3.96 por kg de la carachama, en una densidad de 1 pez/m² y una tasa de alimentación del 3%; esta diferencia se debe a la tasa de alimentación y la densidad de cultivo, donde estos indicadores influyen directamente a la determinación del BN, ya que el costo del alimento balanceado en el cultivo de peces amazónicos representa entre el 60% - 67% de los costos de producción según (37).

4.2.3. Merito Económico (%).

Para la determinación del ME (%) en la producción de la carachama negra a diferentes densidades de cultivo (T1, T2 y T3), en un periodo de 90 días, se calculó mediante la fórmula de (45), donde los resultados se muestran a continuación.

Tabla 17. Evaluación de ME (%) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde sometida a diferentes densidades de cultivo.

TRATAMIENTO	MERITO ECONOMICO	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	(%) $\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	53±2		0,00...
T2 (15 peces/m ²)	10±4	331.155	A.S.
T3 (20 peces/m ²)	1±3		P<0.05

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 17, se observa los promedios del ME en la producción de la carachama negra en la fase de engorde donde fue cultivada a diferentes

densidades, durante 90 días y sus respectivas desviaciones estándar, también se detalla el valor de Fisher $F= 331.155$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, el cual muestra que si existe diferencias altamente significativas (A.S.) $0.00... < 0,05$, por consiguiente indica que la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre el ME en la producción de la carachama negra.

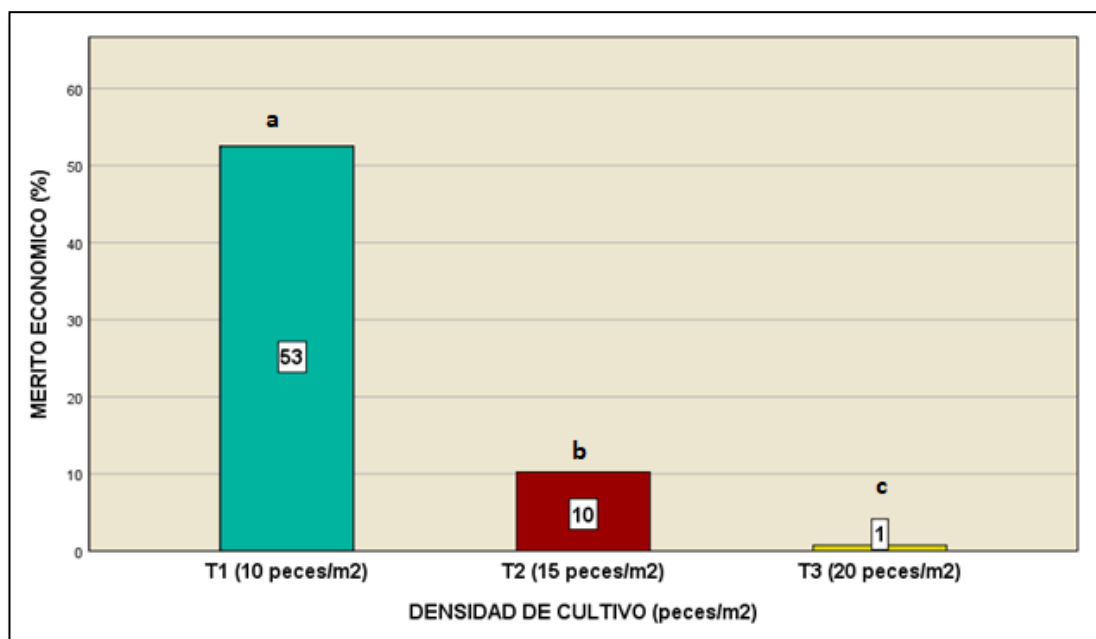


Gráfico 5. Comparación del ME en el cultivo de la carachama negra en fase de engorde cultivada a diferentes densidades.

En el gráfico 5 se muestra la prueba de Tukey, lo que indica la presencia de tres grupos (a, b y c), donde la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre el ME en cultivo de la carachama negra en la fase de engorde, presentándose el menor ME de 1% en la T3 (20 peces/m²) a los 90 días de evaluación, mientras que el mayor valor del ME se presentó en la T1 (10 peces/m²) con un promedio de 53%, estas diferencias se dio por los costos de alimento balanceado represento el menor y la VCP fue mayor, por ser la menor densidad de cultivo que la T2 y T3; este resultado es mayor a lo reportado por (20), donde evaluó la rentabilidad de la producción de la Carachama de los tratamientos de su investigación, siendo el tratamiento T1 (3% B menor cantidad de alimento) mostró mejores resultados respecto a los demás tratamientos (5% B , 7% B) al generar el menor costo de producción

unitario de 6,04 Nuevos soles por kilogramo de carachama negra y un porcentaje de ME de 39.61% que reporta como porcentaje de utilidad, esta cifra es apreciable para la producción de carachama.

4.3. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA.

Para la evaluación de los parámetros de la calidad del agua se consideraron los parámetros físicos (Temperatura y transparencia) y químicos (potencial de hidrogeno, dióxido de carbono, oxígeno disuelto, amoniac, nitrito, alcalinidad y dureza) en el cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) para la fase de engorde, bajo tres diferentes densidades de cultivo (10, 15,20 peces/m²).

4.3.1. Parámetros físicos de agua.

a. Temperatura (°C)

La temperatura es un parámetro físico de calidad de agua, donde se trabajó con tres densidades de cultivo para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), en el cual se evaluó los valores en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 18. Evaluación de temperatura del agua (C°) en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (C°)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	30.09 ±0.63	0,227	0,801 P>0.05
T2 (15 peces/m ²)	30.06±0.46		
T3 (20 peces/m ²)	30.31±0.60		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 18, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) de la temperatura del agua (°C) en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, asimismo se detalla el valor de Fisher F= 0.227 de la prueba

estadística de comparación ANOVA, el cual muestra que no existe diferencia significativa siendo $0.801 > 0.05$, por lo tanto, nos indica que la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre la temperatura del agua en la carachama negra en la fase de engorde.

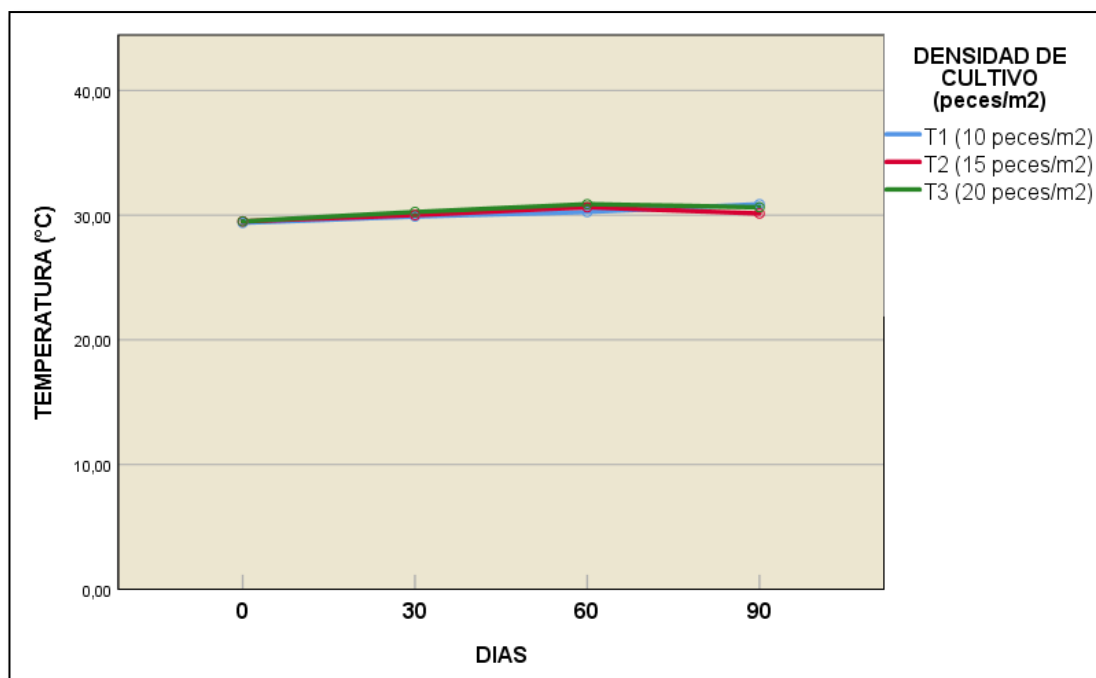


Gráfico 6. Comportamiento de temperatura en el cultivo de caracham negra, 90 días de investigación. Elaboración propia, 2022.

Según el gráfico 6, la temperatura del agua tiende a incrementar ligeramente desde el día 0 hasta el día 60 en un rango de 29.38°C – 30.88°C, en todos los tratamientos, desde el día 60 al día 90 de la investigación, se observa una ligera disminución de la temperatura en el T2 y la T3 de 30.63 a 30.13°C y de 30.88 a 30.63 respectivamente, en cambio en la T1 la temperatura siguió incrementando de 30.25°C hasta 30.88°C.

Los resultados de la temperatura obtenidos se encuentran dentro de los rangos permisibles para el cultivo peces amazónicos según (35), también (36) menciona que las especies de clima cálido tienen el óptimo crecimiento en temperaturas que oscilan entre 20 a 32 °C, mientras que, por condiciones climáticas la temperatura del agua disminuye hasta 5 - 11 °C o se incrementa hasta 38 – 42 °C son letales; la temperatura corporal de los peces está en función a temperatura del medio en que habitan caracterizado por ser animales poiquiloterms o de sangre fría, por esta razón la temperatura del

agua en el cultivo de la carachama negra es importante ya que todas las actividades vitales como la respiración, metabolismo, excreción de residuos metabólicos, crecimiento, reproducción y el sistema inmunológico están regulados por la temperatura **(39)**, de tal manera que, el aumento de la temperatura del agua activa mayor metabolismo, aumenta la respiración, en el que implica el mayor consumo de oxígeno, el grado de oxidación de la materia orgánica y mayor necesidad de alimento; por consiguiente, incrementa la eliminación de excretas, teniendo como efecto el deterioro de la calidad del agua, por la elevada concentración de desechos tóxicos **(37)**.

La temperatura del agua en el centro Acuícola Roalca, está directamente influenciado por las condiciones climáticas del lugar y sobre todo por las estaciones del año, la investigación se inició en el mes junio y culminó en el mes de septiembre, asimismo en el periodo de ejecución de la investigación, no se presenciaron lluvias siendo días calurosos y el nivel de agua en las unidades experimentales tiende a disminuir por la evaporación y filtración, donde fueron repuestas por bombeo.

b. Transparencia (cm).

Para determinar la transparencia del agua se trabajó con tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se evaluó los valores en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 19. Evaluación de transparencia del agua (cm) del cultivo carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) de la investigación.

TRATAMIENTO	TRANSPARENCIA (cm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	7.81±1.97	0,505	0,620
T2 (15 peces/m ²)	7.50±2.47		P>0.05
T3 (20 peces/m ²)	6.38±1.89		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 19, se muestra los promedios (\bar{x}) y desviación estándar (s) de la transparencia del agua (cm) en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también nos muestra el valor de Fisher $F= 0.505$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, el cual nos indica que no existen diferencias significativas siendo $0.620 > 0.05$, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre la transparencia del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

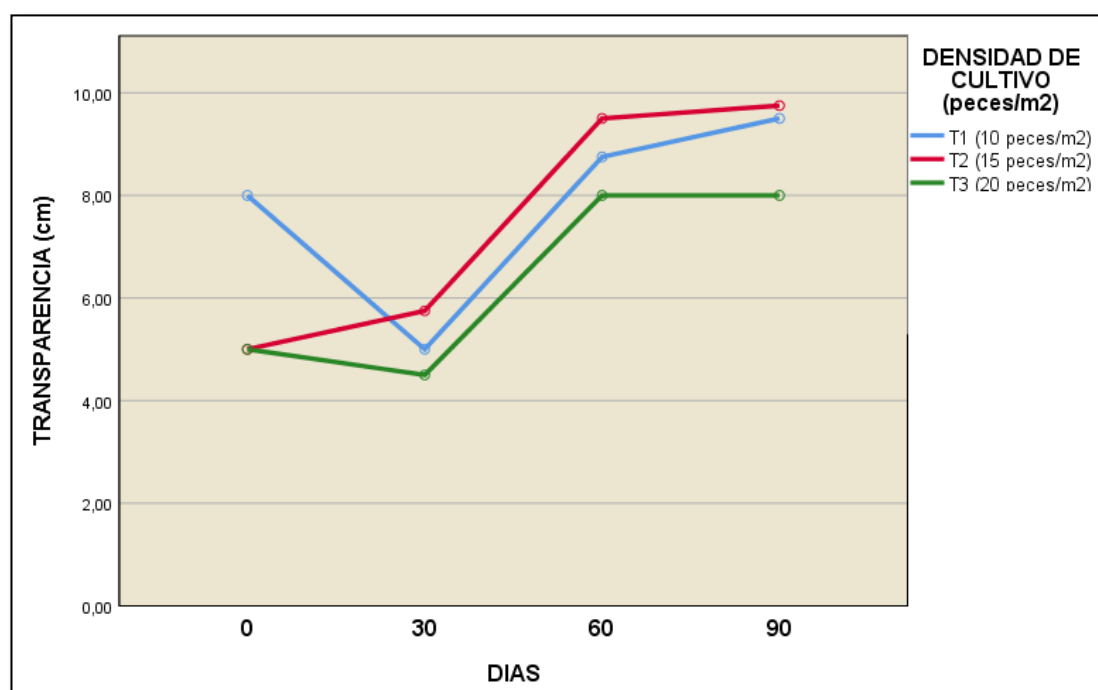


Gráfico 7. Transparencia (cm) del para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*). Elaboración propia (2022).

En el gráfico 7, se observa el comportamiento de la transparencia durante el tiempo de ejecución de la investigación, el día 0 se inició con una transparencia de 8.00 cm y 5.00 cm en la T1 y T2, T3 respectivamente; al día 30 de investigación la T1 y T3 disminuyeron hasta 5 cm y 4.5 cm respectivamente y la T2 incremento ligeramente hasta 5.75 cm; posterior del día 30 al 60 la transparencia se incrementa en los tres tratamientos T1, T2 y T3 hasta 8.75 cm, 9.50 cm y 8.00 cm respectivamente, finalmente al día 90 de investigación la T1 y T2 incrementa ligeramente hasta 9.50 cm y 9.75 cm respectivamente en comparación de la T3 que se mantiene constante en 8.00 cm.

La transparencia del agua en las unidades experimentales fue medida mediante la visibilidad del disco sechi al introducir en la columna de agua, la visibilidad o transparencia está influenciado por las partículas en suspensión, en este caso fue de color verdoso generado por la productividad del fitoplancton producto de la fertilización, estas partículas planctónicas permiten o restringe la mayor o menor penetración de rayos solares, en tal sentido se estratifica en dos zonas la columna de agua: una denominado zona eufórica donde existe energía lumínica y actividad fotosintética y otro estrato o zona afónica donde no alcanza los rayos solares por lo tanto no existe actividad fotosintética **(47)**. El rango de los valores de transparencia en esta investigación fue de 4.5 cm hasta 9.5 cm siendo similares entre los tratamientos, estos valores es obtenido por la acción de la fertilización de mantenimiento que se utilizó en las unidades experimentales, con la finalidad de proporcionar alimento natural, sabiendo que esta especie tiene características alimenticias de tipo iliofaga o detritívoro, en el cual no se registró ningún problema evidente durante el cultivo; sin embargo, estos resultados difieren a los valores recomendados en el cultivo de otras especie como el *colossoma macropomum* y *piaractus brachypomus* que el promedio de transparencia es de 30 cm según **(37) (41)**. También estos valores de transparencia de este estudio son diferentes a lo encontrado por **(19) y (20)**, donde registraron una transparencia de 19.47 cm y 19.69 cm respectivamente, ambos estudios no aplicaron fertilizantes los estanques, en el cual utilizaron alimento balanceado paletizado.

c. Oxígeno disuelto (OD).

En la acuicultura es indispensable los valores de oxígeno disuelto (OD) del agua, en este estudio se determinó en tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se registró los valores en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 20. Evaluación de oxígeno disuelto (OD) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	OXIGENO DISUELTO	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	(ppm)		
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	3.56±0.48	0,291	0,754 P>0.05
T2 (15 peces/m ²)	3.19±0.60		
T3 (20 peces/m ²)	3.38±0.52		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 20, se muestra los promedios (\bar{x}) y desviación estándar (s) del OD del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también nos evidencia el valor de Fisher $F= 0.291$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo $0.754 > 0.05$, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre el OD del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

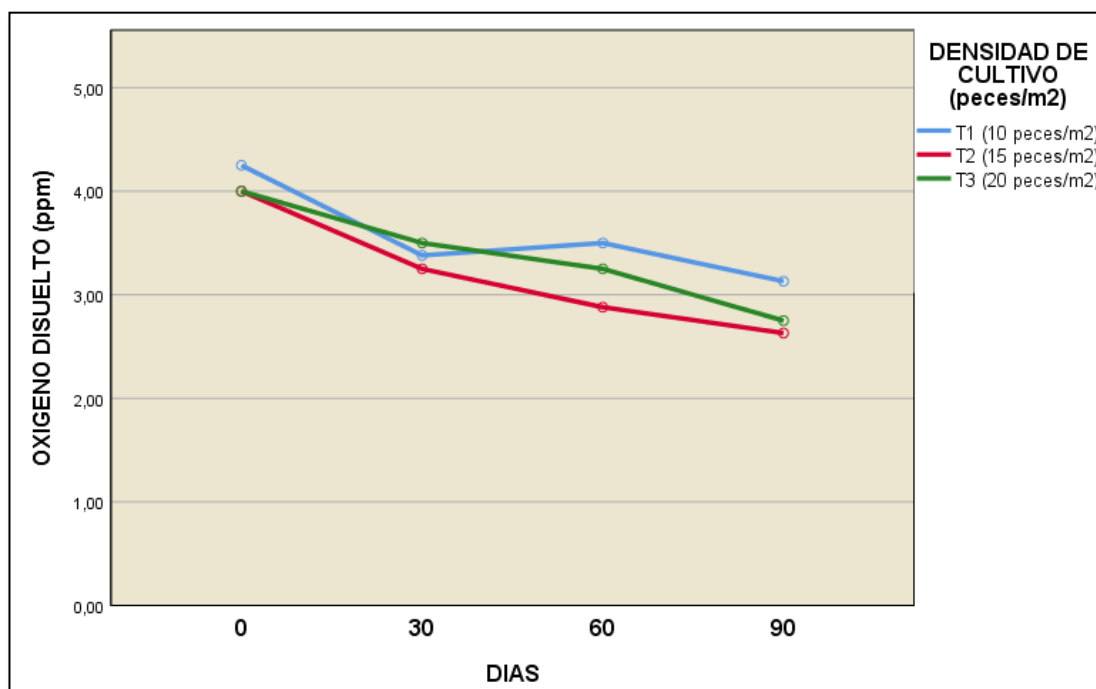


Gráfico 8. Oxígeno disuelto (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*). Elaboración propia (2022).

En el gráfico 8, se observa que la curva de los valores de OD en forma descendente en relación al tiempo de cultivo, empezaron en un rango de 4.25 a 4 ppm en los tres tratamientos, al término del estudio descendió hasta 3.13, 2.75 y 2.63 ppm en la T1, T3 y T2 respectivamente, obteniendo el mayor valor de OD en la T1, seguido la T3 y menor valor en la T2. Esto quiere decir que a mayor densidad de cultivo existe mayor consumo de OD y menor disponibilidad en el estanque.

El OD constituye el parámetro químico más importante de la calidad del agua respecto a otros parámetros, ejerce su principal importancia en la respiración, influenciando sobre el consumo de alimento, conversión alimenticia y crecimiento de los peces, es recomendable mantener mayor de 4 ppm de OD, sin embargo menores a 2 ppm existe estrés y cuando llega a concentraciones de 0.7 ppm de OD ocurre la mortalidad por deficiencia de oxígeno **(39)**. Por otro lado **(47)** recomienda valores de 3.5 ppm de OD en el cultivo de peces amazónicos, en el cual se registraron valores similares en este presente investigación, también coincidiendo valores cercanos reportados por **(19)** 3,57 mg/L; sin embargo, nuestros valores registrados difieren con **(20)** donde registraron 4.7 ppm con una densidad de 1 pez/m², siendo mayor a este estudio, cabe mencionar en este trabajo de investigación se utilizó densidades altas en comparación a los demás trabajos (10, 15 y 20 peces/m²).

El descenso de los valores OD en este estudio se dio por la respiración de los peces, del plancton, temperatura alta y por la acción de las bacterias que oxidan de la materia orgánica en las unidades experimentales **(39)**; sin embargo, la carachama negra es una especie menos exigente en cuanto al OD por presentar características fisiológicas que le permite soportar bajos niveles de OD, porque presentan un estómago bastante vascularizado que le permite respirar aire atmosférico; la concentración de OD del agua en las unidades experimentales dependieron de las condiciones climáticas: como la radiación solar para la actividad fotosintética y vientos que causan movimientos en el agua.

d. Potencial Hidrógeno del agua.

La evaluación de este parámetro químico, en este estudio se realizó en tres densidades diferentes de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se registró los valores en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 21. Evaluación de pH del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	pH (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	7.7±0.26	4,829	0,038
T2 (15 peces/m ²)	7.3±0.16		P<0.05
T3 (20 peces/m ²)	7.2±0.24		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 21, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) del pH del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también nos evidencia el valor de Fisher F= 4.829 de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que existen diferencias significativas siendo en valor de P = 0.038 < 0.05, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos diferentes sobre el pH del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

Tabla 22. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el PH en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DENSIDAD DE CULTIVO (pez/m ²)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m ²)	4	7,2	
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m ²)	4	7,3	7,3
T1 = DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m ²)	4		7,7
Sig.		,813	,103

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 22, se muestra la presencia de dos grupos (a y b), lo que estadísticamente quiere decir que los efectos de la densidad de cultivo sobre

el pH son diferentes para la (T1 y T3), la (T1 y T2) y (T2 y T3) nos indica que sus densidades de cultivo tienen efectos similares sobre pH del agua de cultivo de la carachama.

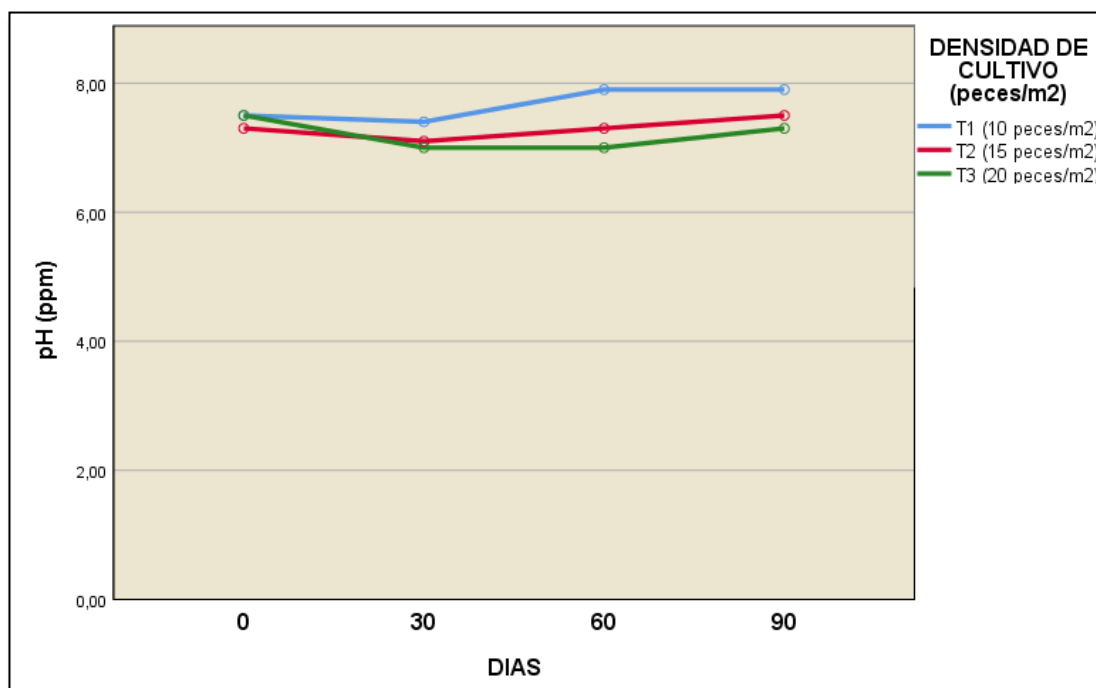


Gráfico 9. Comportamiento del pH del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

En la grafico 9, se observa la T1 presenta un incremento en el pH más marcado de 7.4 a 7.9 durante el estudio, seguido de la T2 con rango de 7.1 a 7.5 y la T3 con rango de 7 a 7.3; así mismo se presentó un promedio de 7.7 en la T1, 7.3 en la T2 y 7.2 en la T3 en cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

Según los resultados obtenidos de esta investigación, el pH depende de la densidad de cultivo, entre menos sea la densidad de cultivo menor será el consumo algas, materia orgánica, cianobacterias, y detritos por las carachamas negras. De tal manera que será mayor la productividad primaria en la unidades experimentales, produciendo una mayor cantidad de materia orgánica, afectando al pH con las reacciones oxidativas para la producción de iones NH_3^+ en el agua, es así que el pH tiende a ser ligeramente alcalino y como también el pH pueden variar durante la día en función de la actividad

fotosintética y respiración de comunidades acuáticas, disminuyendo en función al aumento de concentración de gas carbónico (CO₂) en el agua (39).

Los peces de la amazonia pueden ser cultivados en aguas con intervalos de pH de 6.5 a 9, el agua de los estanques, sin embargo, los estanques son más productiva cuando el agua presenta niveles de pH cercanos al neutro según (37). En el presente estudio se ha observado la carachama es una especie menos exigente a las condiciones de cautiverio a comparación de otras especies de cultivo; sin embargo, el pH debe presentar valores entre 6.73 y 7.25 ppm de acuerdo a (47), obteniendo valores similares en la investigación.

e. Dióxido de carbono (CO₂)

En la acuicultura es indispensable evaluar las concentraciones de CO₂ en el agua de cultivo de organismos acuáticos, en este estudio se determinó en tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se registró los valores de concentración de CO₂ en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 23. Evaluación de dióxido de carbono (CO₂) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	CO ₂ (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	25.44±16.09	0,110	0,897 P>0.05
T2 (15 peces/m ²)	29.13±17.18		
T3 (20 peces/m ²)	31.06±18.42		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 23, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) del CO₂ del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también se observa el valor de Fisher F= 0.110 de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo el

valor de $P = 0.897 > 0.05$, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre el CO_2 del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

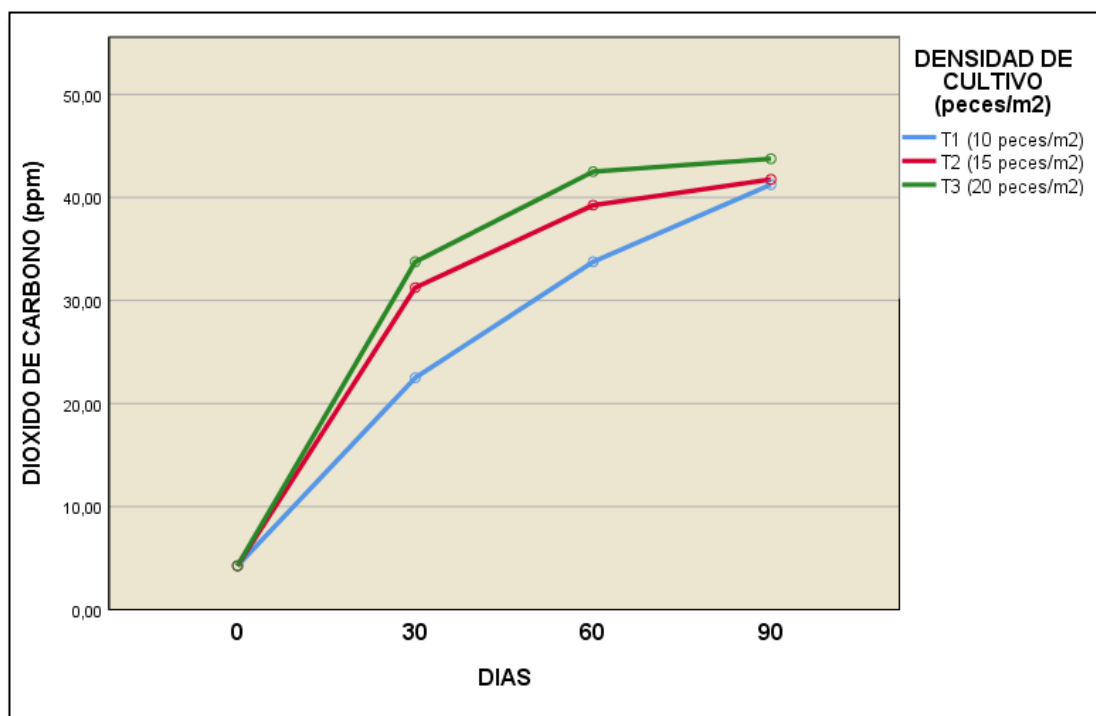


Gráfico 10. Dióxido de carbono (CO_2) del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

En el gráfico 10 se evidencia la curva de comportamiento del CO_2 , que va en sentido ascendente en relación al tiempo en los tres tratamientos, el valor promedio más alto se registró en el tratamiento T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²) con 31.06 ppm, seguido la T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) con 29.13 y el menor valor se registró en la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²) con 25.44 ppm, en tal sentido que las concentraciones de CO_2 presentan mayores valores a medida que la densidad de cultivo es mayor.

La concentración del CO_2 en el agua de las unidades experimentales depende de la respiración de los especímenes en estudio, micrófitos, fitoplancton y zooplancton, como también los procesos microbiológicos de descomposición de materia orgánica son las fuentes de CO_2 piscicultura (39). En este estudio las concentraciones de CO_2 , desde el día 0 al 90 de la investigación, se registraron los valores más altos en los últimos días, para la T1 con un valor

de 41.25 ppm, T2 con un valor de 41.75 ppm y T3 con un valor de 43.75 ppm, estas concentraciones elevadas de CO₂ en las unidades experimentales se presentaron por alta productividad primaria producto de la fertilización, de tal manera que en horas de la madrugada se presenciaba una alta concentración de CO₂, corriendo el riesgo de acidificar el pH del agua por las mañanas y por el día la fotosíntesis se encarga y remueve prácticamente todo el gas carbónico libre, aumentando la concentración de los iones hidroxilos (OH) en el agua (39). La carachama es una especie que por su comportamiento y su ubicación en la columna de agua dentro de los estanques de cultivo es menos exigente, porque en el fondo de los estanques hay menor disponibilidad OD y mayores gases tóxicos; por lo tanto debió presentar concentración del CO₂ entre 7.5 a 14 ppm según (47) o no sobrepasar 20 ppm de acuerdo a (37), donde se registraron valores que sobre pasa el rango óptimo para el cultivo de especies amazónicas, convirtiéndole a este especie con potencial piscícola por presentar resistencia a altos valores de CO₂ durante el periodo de la experimentación del presente estudio.

f. Amoniac (NH₃)

Para determinar este metabolito se trabajó con tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se evaluó los valores de concentración de NH₃ en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 24. Evaluación de amoniac (NH₃) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	AMONIACO NH ₃ (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	0.90±0.56	0,617	0,561
T2 (15 peces/m ²)	0.81±0.48		P>0.05
T3 (20 peces/m ²)	1.26±0.76		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 24, se muestra los promedios (\bar{x}) y desviación estándar (s) del NH_3 del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también se observa el valor de Fisher $F= 0.617$ de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo el valor de $P = 0.561 > 0.05$, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre el NH_3 del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

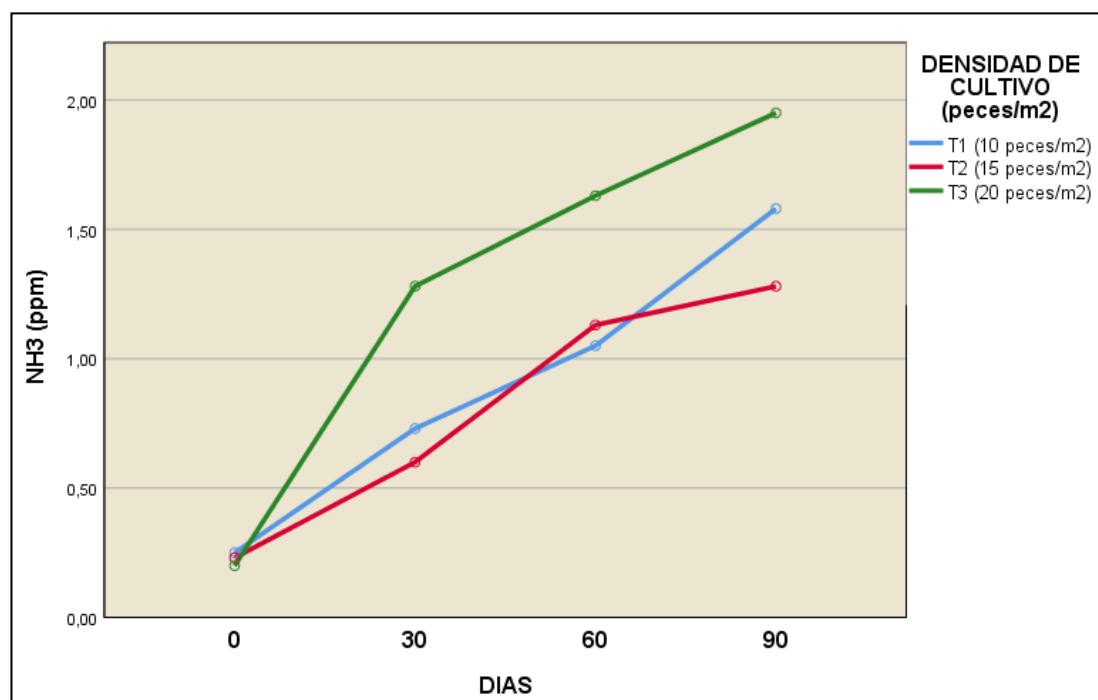


Gráfico 11. Amonio (NH_3) del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

El gráfico 11 muestra la curva de comportamiento del NH_3 , que se incrementa en transcurso de los días de investigación en los tres tratamientos, llegando a registrar los valores más alto en el día 90 donde la T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²) se registró 1.95 ppm, seguido la T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) con 1.58 ppm y en la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²) se registró 1.28 ppm; así mismo se registraron los valores promedios de NH_3 durante el periodo del estudio fueron 0.90 ppm, 0.81 ppm y 1.26 ppm en la T1, T2 y T3 respectivamente. Sin embargo, para carachama el NH_3 debe oscilar en un rango de 0.04 a 0.4 ppm de acuerdo a lo mencionado por (47), se superó el valor máximo permisible a partir del día, 30 hasta 90 días, sin embargo, no evidencio mortalidad por esta

causa, ya que los valores de pH se mantuvieron cercanos a neutro lo que permitió perder el potencial de toxicidad del NH_3 (39). De tal manera, la carachama negra es una especie con alto grado de tolerancia a altas concentraciones de NH_3 .

El amonio es un compuesto nitrogenado presente en dos formas, el amonio ionizado NH_4 y el amonio no ionizado NH_3 conocido como amoniaco que es toxico (48), la presencia de alta concentración de NH_3 en la presente investigación provienen de la acción bacteriana para descomponer la materia orgánica producto de la fertilización que forma parte del proceso de nitrificación, acumulación de excretas por la alta densidad de cultivo, restos de alimento proporcionado en pellets (37)

g. Nitrito (NO_2).

El NO_2 es otro de los metabolitos tóxicos en la producción acuícola, para su evaluación se trabajó con tres diferentes densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/ m^2), T2 (ρ cultivo = 15 peces/ m^2) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/ m^2), donde se registró los valores de concentración de NO_2 en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 25. Nitrito (NO_2) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	NO_2 (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/ m^2)	0.30±0.12	0,236	0,794 P>0.05
T2 (15 peces/ m^2)	0.25±0.04		
T3 (20 peces/ m^2)	0.27±0.08		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 25, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) del NO_2 del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también se observa el valor de Fisher $F= 0.236$ de la prueba estadística de comparación

ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo el valor de $P = 0.794 > 0.05$, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre el NH_3 del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

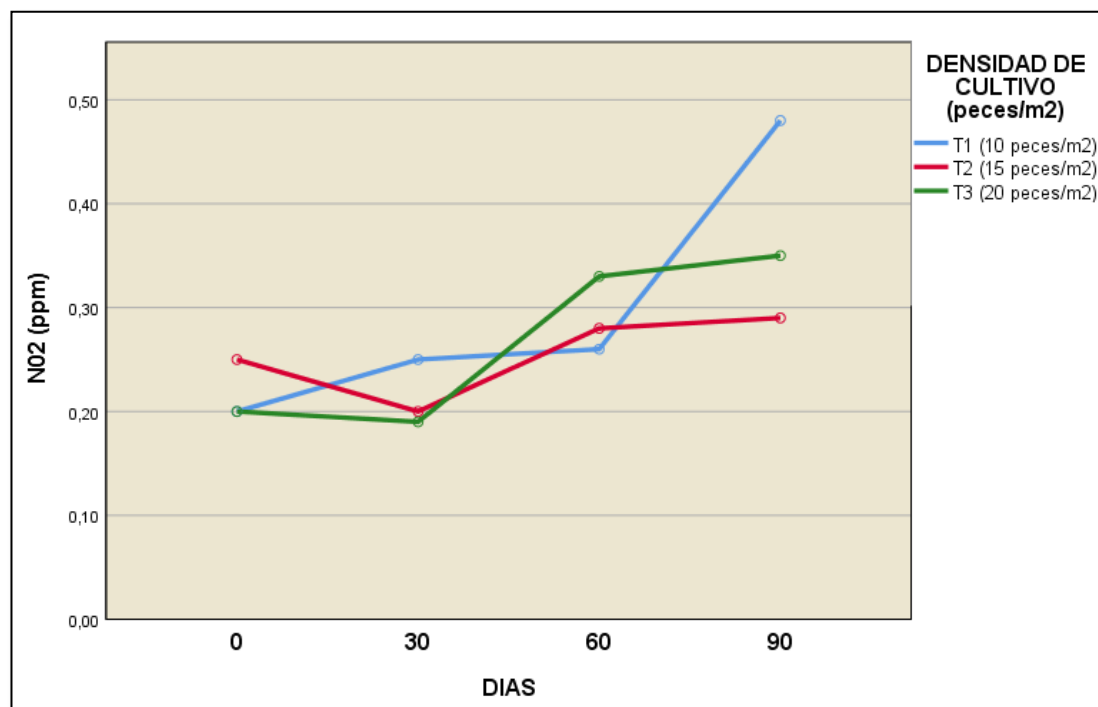


Gráfico 12. Nitrito (NO_2) del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

En gráfico 12, se observa curva de comportamiento de NO_2 de los tratamientos de la presente investigación, se evidencia incremento de la concentración del NO_2 en relación al tiempo de estudio, en el día 90 presentaron los valores más altos, siendo T1 (0.48 ppm) el mayor respecto a la T2 (0.29 ppm) y T3 (0.35 ppm); asimismo presentaron en promedio 0.30 ppm/L, 0.25 ppm/L y 0.27 ppm/L en la T1, T2 y T3 respectivamente durante la investigación. El nitrito es un compuesto nitrogenado intermedio del proceso de nitrificación de la materia orgánica, donde el NH_3 se oxida a NO_2 por la acción de las bacteria aeróbica nitrosomona (48). los valores registrados en esta investigación no superaron el valor reportado por (47) que registro 0.5 ppm, asimismo coincidiendo con (39) en el cual hace mención sobre los valores a no debe superar de 0.3 ppm/L o como máximo 0.5 ppm/L.

h. Alcalinidad total (KH)

En la determinación de la KH, se trabajó con tres diferentes densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se evaluó los valores de concentración de en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 26. Evaluación de alcalinidad (KH) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	KH (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	187.13±34.71	1,397	0,296
T2 (15 peces/m ²)	257.63±52.55		P>0.05
T3 (20 peces/m ²)	181.38±44.08		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 26, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) de la KH del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también se observa el valor de Fisher F= 1.397 de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo el valor de P = 0.296 > 0.05, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre el KH del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde.

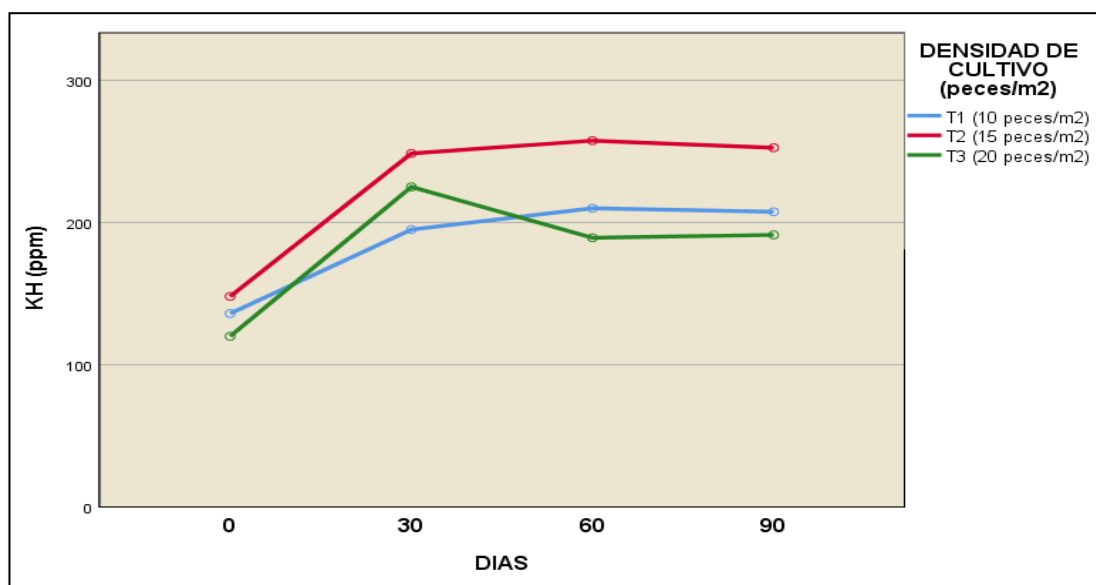


Gráfico 13. Alcalinidad (KH) del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

El gráfico 13 se demuestra la curva de comportamiento de los valores de la KH en 90 días de cultivo de la carachama negra, en los primeros 30 días de la experimentación, se observa un incremento pronunciado en la T1, T2 y T3, a partir del día 30 hasta el 90 se mantuvo casi constantes en la T1 y T2, sin embargo, en T3 del día 30 hasta el 60 presentó una disminución y de 60 a 90 incremento ligeramente. Los valores registrados en los tres tratamientos se mostraron por encima de 100 ppm/L como máximo se registró 258 ppm/L, sin embargo, se obtuvieron valores promedio de concentración de KH en la T1 con 187.13 ppm/L, la T2 con 226.63 ppm/L y la T3 con 181.38 ppm/L; estos valores obtenidos durante la investigación son similares a los reportados por **(41)** **(49)** estos dos autores indican los rangos ideales entre 30-200 mg/L y 100-200 ppm/L respectivamente; al mismo tiempo **(39)** señala, cuando la KH es menor a 20 mg de CaCO_3/L presentan reducido poder de tampón y el pH está vulnerable a fluctuaciones significativas durante el transcurso del día, al contrario sucede cuando los valores de KH son superiores a 150 a 250 mg de CaCO_3/L indica alta capacidad tampón de las aguas; por otro lado este estudio difiere con **(47)**, encontró que la carachama se desarrolla bien en rangos de KH que oscila de 34 a 43 ppm de CaCO_3/L .

La alcalinidad se utiliza para indicar la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos, estos iones permiten la capacidad amortiguadora del pH en el agua manteniendo el equilibrio cercano a la neutralidad 7 **(50)**. Las aguas tropicales generalmente son bajas en KH, por eso es necesario utilizar carbonato de calcio y magnesio para regular los niveles adecuados en el cultivo de especies amazónicas, asimismo, cuando la alcalinidad y la dureza totales presentan similitudes entre 20 a 300 mg/L son mejores **(39)**.

i. Dureza (GH).

Para determinar la GH se trabajó con tres diferentes densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la etapa engorde, siendo la T1 (ρ cultivo = 10 peces/m²), T2 (ρ cultivo = 15 peces/m²) y T3 (ρ cultivo = 20 peces/m²), donde se evaluó los valores de concentración de en cada unidad experimental, en 90 días de investigación.

Tabla 27. Dureza (GH) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

TRATAMIENTO	GH (ppm)	F Calculado	SIGNIFICANCIA P
	$\bar{X} \pm S$		
T1 (10 peces/m ²)	181.88±55.58	0,008	0,992
T2 (15 peces/m ²)	186.88±58.79		P>0.05
T3 (20 peces/m ²)	186.38±65.97		

Fuente: Elaboración propia (2022).

En la tabla 27, se muestra los promedios (\bar{X}) y desviación estándar (s) de la GH del agua en el cultivo de carachama negra de la fase engorde, también se observa el valor de Fisher F= 0.008 de la prueba estadística de comparación ANOVA, en el cual indica que no existen diferencias significativas siendo el valor de P = 0.992 > 0.05, por lo tanto, la densidad de cultivo tiene efectos similares sobre la GH del agua en el cultivo de carachama negra en la fase de engorde

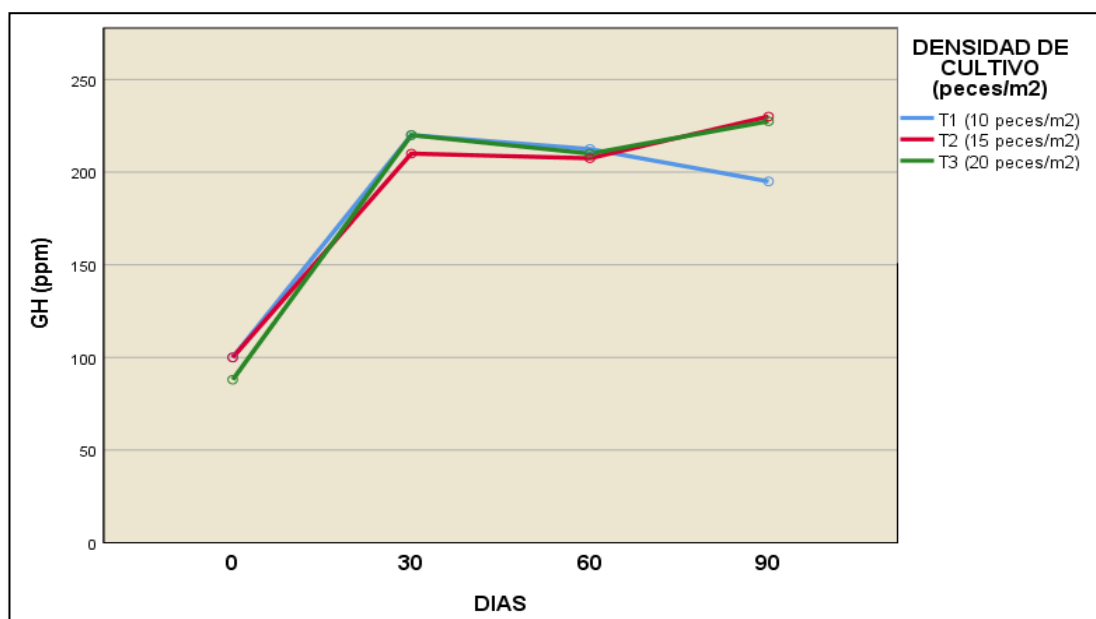


Gráfico 14. Dureza (GH) del agua en el cultivo de la carachama negra. Elaboración propia (2022).

El gráfico 14. se observa la curva de comportamiento de GH evidenciando un incremento pronunciado en la T1, T2 y T3, en los primeros 30 días, en los 60 días posteriores hasta llegar al día 90 se mantuvo casi constantes; asimismo consiguió resultados promedios de GH en la T1 181.88 ppm/L, en la T2 186.88 ppm/L y en la T3 186.38 ppm/L.

La GH total en sistemas acuáticos representa las concentraciones de iones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) principalmente en el agua expresado también en mg/L de carbonato de calcio equivalente; los valores de GH obtenidos durante la investigación se encuentran en un rango de 88 ppm/L a 230 ppm/L, clasificado como aguas moderadamente duras a aguas duras, estos valores coincidiendo con (41), (48) y (49), estos tres autores reportan rango de GH total del agua en el cultivo de organismos acuáticos, siendo estos de 20 a 250 mg/L, 20 a 300 mg/L y 50 a 300 mg/L respectivamente; por otro lado los resultados de GH son diferente a lo reportado por (47) en el cual registró valores de 32 a 39 ppm/L; asimismo (39) sugiere superiores a 150 mg de CaCO_3 /L de GH son tolerables para el desarrollo del cultivo de tilapias en sistemas BFT, mientras que (51) reportaron valores de 458,7 mg/l CaCO_3 en cultivos de cachama blanca a alta densidades.

CONCLUSIONES.

Respecto a las respuestas productivas, estadísticamente las tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, tienen efectos diferentes sobre la VCP (g/día), VCL (cm/día), excepto en S (%); siendo la T1 (ρ cultivo=10 peces/m²) la que obtuvo los mejores resultados, en la VCP con 0.64 g/día, VCL con 0.04 cm/día y una supervivencia del 100% de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*), en la fase de engorde.

Las tres densidades de cultivo de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fase de engorde, tienen efectos diferentes sobre las respuestas económicas, siendo la T1 que obtuvo el mayor Beneficio Neto con 5.16 soles por un kg de carachama negra, de la misma forma la T1 obtuvo el mayor mérito económico con un 53%, siendo viable económicamente.

La densidad de cultivo de la *Pterygoplichthys pardalis*, tienen efectos similares en los parámetros físicos del agua, excepto en pH, donde se registraron los valores de la temperatura del agua mínima es 29.38°C y la temperatura máxima es 30.88°C; la transparencia el valor mínimo es 5 cm y el valor máximo es 9.75 cm; el pH el valor mínimo es 7.3 y valor máximo es 7.9; el oxígeno disuelto (OD) el valor mínimo es 2.63 ppm y el valor máximo es 4.25 ppm; el dióxido de carbono (CO₂) el valor mínimo es 4.25 ppm y el valor máximo es 43.75 ppm; el amoníaco (NH₃) el valor mínimo 0.20 ppm y valor máximo es 1.95 ppm; el nitrito (NO₂) el valor mínimo 0.20 ppm y valor máximo es 0.48 ppm; la alcalinidad (KH) el valor mínimo 120 ppm y valor máximo es 252.5 ppm y por último la dureza (GH) el valor mínimo 88 ppm y valor máximo es 230 ppm.

Por lo tanto, concluimos que a menor densidad de cultivo de la carachama negra se obtiene mejores resultados en los indicadores productivos y mayores rendimientos económicos, siendo estos favorable en la producción acuícola. En ese sentido la densidad de cultivo es inversamente proporcional a las respuestas productivas y económicas.

RECOMENDACIONES.

De acuerdo a este resultado de esta investigación se recomienda utilizar densidad de cultivo en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) 10 peces/m² en la fase de engorde, porque presentó mejores resultados, en la VCP con 0.64 g/día, VCL con 0.04 cm/día y una supervivencia del 100%. Asimismo, presentó mayor BN con 5.16 soles por kg y ME de 53%, siendo viable económicamente.

Evaluar densidades de cultivo menores a 10 peces/m² sobre el crecimiento, supervivencia y alimentación en alevines, juveniles y adultos de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Realizar trabajos de investigación en caracterizar y determinar la tasa de filtración algas y micro algas en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en las tres etapas de desarrollo (inicio, crecimiento y engorde).

Realizar estudios en la evaluación de los parámetros físico químicos máximos y mínimos letales de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) para la determinación de los rangos permisibles de su cultivo.

Plantear estudios sobre determinación parámetros económicos en un ciclo completo de producción de carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) con la finalidad de establecer número de campaña por año.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. PRODUCE. Anuario estadístico pesquero y acuicola 2015 Peru: Ministerio de la Produccion; 2016.
2. Ipacuicultura. La importancia de la acuicultura en las comunidades costeras; 2017.
3. García C, Sánchez H, Flores M, Mejia J, Angulo C, Castro Ruiz D, et al. Peces de Consumo de la Amazonia Peruana, editor. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; 2018.
4. Maco G, Pereyra G. Zoificación ecológica y económica del Departamento de Madre de Dios Peru; 2007.
5. DIREPRO Madre de Dios. estadísticas pesquera 2019 MDD DEP, editor. Dirección regional de la Producción de Madre de Dios. Puerto Maldonado; 2019.
6. Pichilingue N, Velarde R. Tecnología recomendada para la producción comercial de tilapia ecológica, sin hormonas ni químicos en ambientes cerrados incontrolados en la ceja de selva Peruana. San Martín; 2006.
7. PRODUCE. Reporte informativo Madre de Dios: Programa Nacional "a comer pescado"; 2015.
8. Fernandez L. Niveles de mercurio en peces y seres humanos en puerto maldonado, editor. Carnegie Amazon Mercury Ecosystem Project. Puerto Maldonado; 2013.
9. Rabello I. Cálculo de povoamento de viveiros e tanques-rede EMBRAPA Brasil; 2015.
10. FUNIBER. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos: Fundación Universitaria Iberoamericana; 2005.
11. Herrera D, Molina A. Peces Diablo (Teleosteo: Siluriformes: Loricariidae) en la Cuenca del Río Reventazón, editor. Gestión Ambiental y Cuencas RioCAT ICE. Departamento de Gestión Ambiental. Costa Rica; 2011.
12. Cruz Z. Dinámica poblacional del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en la cuenca de Chacalapa y primeros registros de su distribución en la cuenca baja de Coatzacoalcos, Veracruz, México, editor. Universidad

Veracruzana, Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Veracruz, Mexico; 2013.

13. Barba E. Abundancia del plecos (*Pterygoplichthys pardalis*) en sistemas lagunares y ribereños de la cuenca del Usumacinta, Balancán, Tabasco, México; 2014.
14. López K, Rodríguez M, Amador del Ángel L, Grano M, Laffón S, Santos S. El Pez Bagre Invasivo *Pterygoplichthys Pardalis* (Siluriformes: Loricariidae) Como Parte de la Dieta del Cormoran *Phalacrocorax Auritus* (Phalacrocoracidae) en dos Regiones Tropicales De México. *Biotempo*; 2018.
15. Castro Y. Evaluación De La Viabilidad De Explotación Agroindustrial de Ejemplares de *Pterygoplichthys sp* a Partir del Desarrollo Morfométrico, los Hábitos Alimenticios y los Rendimientos de Músculos y Subproductos. editor Departamento de Gestión Industrial, Agroindustrial y Operaciones Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de la Costa, Barranquilla - Colombia; 2019.
16. Castañeda D, Castro Y, Ovando S. Pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*): Una plaga con potencial para el aprovechamiento agroindustrial. Chiapas, México; 2019.
17. Saldaña M. Reproducción en Cautiverio de la “Carachama Negra *Liposarcus Pardalis* (Castelnau, 1855). en el Centro de Investigación Carlos Miguel Castañeda Ruiz, IIAP San Martín-Peru. Iquitos: Universidad Nacional De La Amazonia Peruana; 2015.
18. Hernandez M. Aspectos Reproductivos del Loricarido *Pterygoplichthys Pardalis* (Castelnau, 1855) en la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, Mexico. Editor. Universidad Juárez Autónoma De Tabasco; 2008.
19. Vilca E. Rendimiento de alimentos balanceados comerciales en el crecimiento de la carachama negra (*Pterygoplichthys sp.*), Madre de Dios, 2018-2019. editor. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho; 2019.
20. Balladares D, Lezama L. Evaluación del efecto de suministro de alimento balanceado sobre el desarrollo de la carachama (*liposarcus sp.*) en estado juvenil criados en sistema de estanque. editor. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, Puerto Maldonado; 2015.

21. Vargas A. Estudio preliminar sobre la crianza de carachama (*Chaetostoma* sp) en cautiverio editor. Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador; 2012.
22. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome; 2022.
23. FAO. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción. Roma; 2020.
24. Armbruster W. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae Society ZJotL, editor. Department of Biological Sciences, 331 Funchess, Auburn University, USA; 2004.
25. Jimenez L, Alvarez J, Ochoa L, Loayza A, Londoño J, Restrepo D, et al. Guía Ilustrada Peces cañón del río Porce. Región de los Andes de Colombia. editor. Universidad de Antioquia, Medellín; 2014.
26. Velázquez E, López J, Romero E. El pez diablo: especie invasora en Chiapas. Revista de Ciencias de la Unicach. 2013.
27. Laurent G. Peces del Rio Mamoré Paris: Institut Francais de Recherche Scientifique Pour Le Developpement en Cooperation; 1985.
28. Hernandez G, Corea J. Distribución y Abundancia de Peces de la Familia Loricariidae (Pleco) y su relación con los Peces de la Familia Cichlidae (Cíclidos) en la Isla de Ometepe. editor. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2013.
29. Hoover J, Killgore K, Cofrancesco A. Threats to Aquatic ecosystems of the United States Bolletin. editor Aquatic nuisance species research program; 2004.
30. Mendoza R, Contreras S, Ramirez C, Koleff P, Alvarez P, Aguilar V. Los peces diablo: especies invasoras de alto impacto biodiversidad. editor Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Mexico; 2007.
31. Gulland J. Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces Alimentacion. editor ACRIBIA, Zaragoza; 1979.
32. FAO. Guía metodológica para la formulación e implementación de planes locales para el desarrollo de la acuicultura en áreas lagunares costeras

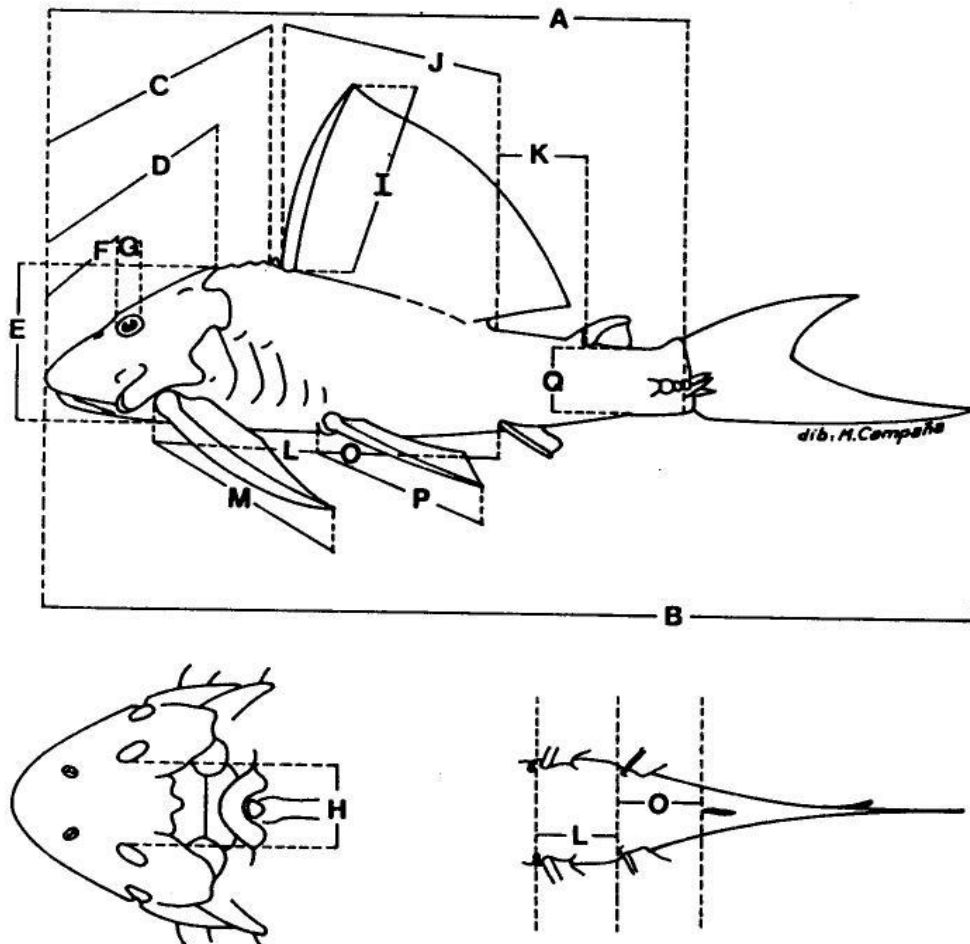
de Mexico. Secretaría de Medio Ambiente, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1995.

33. Méndez D. Economía simple net. [Online]; 2019. Acceso 10 de Enero de 2020. Disponible en: <https://www.economiasimple.net/glosario/beneficio-neto>.
34. Vilcatoma K. Evaluación productiva y económica del uso de tres niveles de harina de residuos de papa en la alimentación de pollos broilers en huancayo. editor Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo; 2017.
35. Pereyra G. Guia tecnica de piscicultura. Editor Agrobanco Iñapari; 2013.
36. Huet M. Tratado de Piscicultura. 3rd ed. Ediciones Mundi Prensa Madrid; 1983.
37. FONDEPES. Manual de cultivo de Gamitana en ambientes convencionales. editor: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. Lima; 2018.
38. Kubitza F. Los fundamentos para una producción segura de peces en estanques: conceptos: Panorama da Aquicultura. Brazil; 2016.
39. Kubitza F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 1^{era} ed. Jundiaí, Sao Paulo; 2003.
40. Boyd C. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. editor Aquaculture, University Alabama USA; 2015.
41. IIAP. Cultivando Peces Amazónicos. segunda ed. San Martin, Peru; 2006.
42. Nuñez W. Efecto de cuatro densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* "tilapia" en fase de crecimiento, sobre los parametros bioeconomicos. editor Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria; 2017.
43. Proyecto Especial Madre de Dios. Manual de Gestion Empresarial Para la Acuicultura de Madre de Dios. primera ed. Puerto Maldonado: Gobierno Regionala Madre de Dios; 2010.
44. Meza M. Evaluacion de respuestas bioeconomicas de cuyes (*Cavia porcellus* L.) alimentados con dietas a base de insumos no tradicionales y tradicionales en forma de peletizada y molidas, en fase de crecimiento y

- acabado. Editor: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria; 2014.
45. Moreno A. Evaluación técnica y económica de la producción animal: UNAL, La Molina; 1998.
 46. Del Aguila E , Iberico J , Zuta L , Fiestas J, Vasquez F , Navas M. Efectos de diferentes dietas en el crecimiento y la supervivencia de la carachama negra *Pterygoplichthys pardalis* (Castlenau, 1855), en las primeras etapas de desarrollo. IIAP, Iquitos; 2015.
 47. Rios E. Calidad de agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos. Primera edición ed. editor: Barreto S.A.C. Loreto; 2021.
 48. Rodríguez H, Anzola E. Fundamentos de la acuicultura continental. Capítulo III. La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), Bogotá; 2001.
 49. Merino M, Salazar A, Gómez D. Guía Práctica de piscicultura en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá; 2006.
 50. SENAR. Piscicultura: manejo da água. Servicio Nacional de Aprendizagem Rural. Brasil; 2019.
 51. Poleo G, Aranbarrio J, Mendoza L, Oneida R. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. Brasilia; 2011.

ANEXOS

Figura 11. Medidas y terminología de la carachama negra



Donde: A. Longitud estándar; B. Longitud total; C. Longitud predorsal; D. Longitud de la cabeza; E. Altura de la cabeza; F. Longitud del hocico; G. Diámetro de la órbita; H. Ancho interorbital; I. Longitud de la espina dorsal; J. Longitud de la base de la primera dorsal; K. Longitud interdorsal; L. Longitud torácica; M. Longitud espina pectoral; O. Longitud abdominal; P. Longitud del primer radio ventral; Q. Altura pedúnculo caudal.



Figura 12. Trabajos de mantenimiento en estanques de estanques experimentales antes de fertilización.



Figura 13. Preparación de tableros para la identificación de las unidades experimentales.



Figura 14. Tableros de identificación de unidades experimentales concluidas.



Figura 15. Unidades experimentales identificados.



Figura 16. Pasado de fertilizantes.



Figura 17. Fertilización de estanques experimentales.



Figura 18. Estanques experimentales con presencia de fitoplancton luego de la fertilización.



Figura 19. Selección de carachama negra para la investigación.



Figura 20. Siembra de carachama negra sometidos a la investigación.



Figura 21. Muestreo de carachama negra sometidos en la investigación.



Figura 22. Control biométrico (peso y talla) de las carachamas negras sometidos en la investigación.



Figura 23. Evaluación de los parámetros físico químicos del agua y uso de kit limnológico de agua dulce modelo LaMotte en los estanques experimentales.

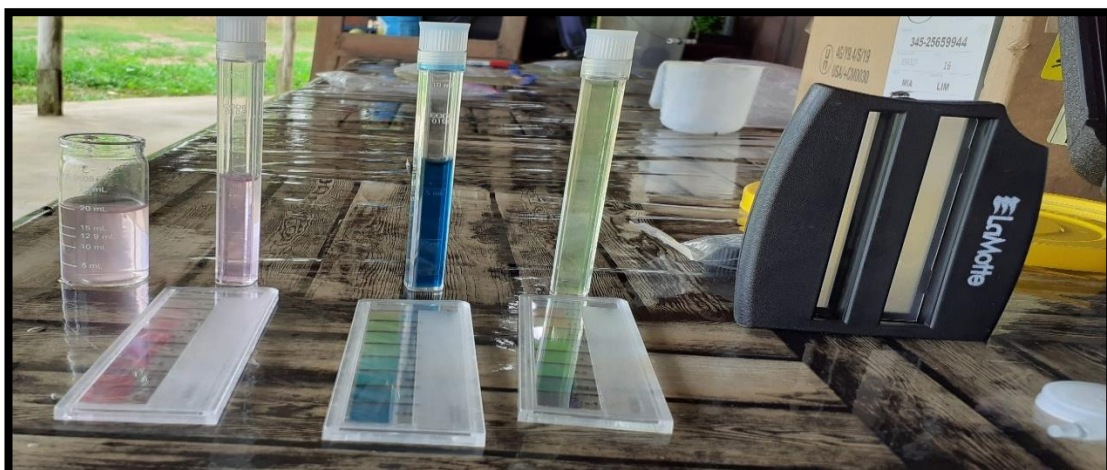


Figura 24. Resultados de los parámetros físico químicos del agua de los estanques experimentales.



Figura 25. Materiales de campo usados durante la ejecución de la investigación.



Figura 26. Almacén de insumos y materiales de la investigación.

Tabla 28. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 1 (10 peces/m²).

TRATAMIENTO 1									
DIA	Muestras	R1		R2		R3		R4	
		Long. Est. (cm)	Peso (g)	Long. Est. (cm)	Peso (g)	Long. Est. (cm)	Peso (g)	Long. Est. (cm)	Peso (g)
0	1	15.00	63.00	16.00	76.00	16.20	65.00	15.60	64.00
	2	15.20	61.00	14.00	46.00	15.20	59.00	14.60	56.00
	3	15.30	64.00	14.10	50.00	15.00	63.00	15.60	65.00
	4	15.20	65.00	14.60	56.00	14.50	60.00	14.60	64.00
	5	15.20	61.00	15.50	58.00	14.50	62.00	15.60	60.00
	6	14.50	58.00	15.60	67.00	14.50	61.00	14.50	56.00
	7	15.20	62.00	16.00	77.00	14.50	60.00	15.60	65.00
	8	15.30	63.00	14.80	57.00	14.00	57.00	15.50	58.00
	9	14.80	58.00	15.40	61.00	14.50	64.00	14.60	53.00
	10	14.70	60.00	14.60	64.00	14.00	56.00	15.50	58.00
30	1	17.00	90.00	15.50	84.00	15.70	73.00	16.50	94.00
	2	17.30	98.00	15.50	84.00	16.50	94.00	16.80	90.00
	3	16.00	80.00	16.00	85.00	16.00	82.00	18.00	95.00
	4	15.50	84.00	17.60	83.00	15.50	78.00	15.50	72.00
	5	15.40	78.00	15.70	86.00	15.50	76.00	16.50	92.00
	6	15.00	77.00	15.00	71.00	15.50	76.00	15.30	71.00
	7	16.50	81.00	16.30	70.00	16.00	89.00	15.20	72.00
	8	16.00	83.00	16.60	75.00	15.60	84.00	15.50	70.00
	9	16.00	80.00	16.00	80.00	15.50	72.00	17.60	93.00
	10	16.00	75.00	16.50	91.00	15.80	78.00	15.30	74.00
60	1	17.00	101.00	16.00	95.00	17.50	100.00	17.20	101.00
	2	16.50	96.00	17.00	100.00	17.60	102.00	15.70	91.00
	3	17.00	103.00	16.50	98.00	17.20	97.00	16.60	96.00
	4	17.00	97.00	18.50	100.00	16.00	99.00	17.00	98.00
	5	16.50	100.00	17.00	102.00	16.20	101.00	18.00	104.00
	6	17.00	98.00	16.00	96.00	17.00	97.00	17.60	102.00
	7	18.00	102.00	17.20	101.00	18.40	102.00	17.70	100.00
	8	16.00	102.00	15.80	92.00	17.00	98.00	16.00	99.00
	9	16.00	101.00	18.00	100.00	16.80	99.00	17.60	104.00
	10	16.40	98.00	17.00	103.00	17.80	102.00	15.70	98.00
90	1	18.50	119.00	19.00	126.00	19.00	124.00	19.50	142.00
	2	17.50	114.00	19.00	123.00	19.00	123.00	20.00	132.00
	3	19.00	118.00	18.00	109.00	18.00	115.00	19.00	134.00
	4	18.50	119.00	19.00	122.00	19.30	118.00	19.00	115.00
	5	18.00	120.00	17.50	110.00	17.50	110.00	18.50	114.00
	6	18.00	120.00	19.00	118.00	19.00	118.00	17.00	104.00
	7	19.00	118.00	19.00	124.00	19.00	115.00	19.30	118.00
	8	17.50	114.00	18.50	119.00	18.50	114.00	18.00	101.00
	9	18.00	120.00	18.00	109.00	18.00	127.00	17.50	111.00
	10	18.00	121.00	19.00	124.00	18.50	119.00	19.00	115.00

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 29. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 2 (15 peces/m²).

TRATAMIENTO 2									
DIA	Muestras	R1		R2		R3		R4	
		Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)
0	1	15.80	64.00	13.50	60.00	16.00	63.00	14.60	55.00
	2	15.50	65.00	14.00	64.00	15.00	66.00	15.20	61.00
	3	15.00	61.00	14.00	64.00	16.00	65.00	15.50	62.00
	4	15.50	64.00	15.50	66.00	15.50	62.00	15.00	56.00
	5	15.30	63.00	15.00	65.00	16.50	65.00	14.60	55.00
	6	14.50	56.00	15.70	63.00	16.00	60.00	14.00	60.00
	7	16.00	65.00	13.50	58.00	15.00	64.00	14.10	58.00
	8	15.00	60.00	15.00	65.00	14.00	57.00	14.60	55.00
	9	15.60	63.00	15.50	61.00	15.80	60.00	14.60	55.00
	10	15.00	61.00	13.50	58.00	15.00	60.00	14.50	61.00
	11	14.60	57.00	14.00	64.00	15.50	61.00	14.60	55.00
	12	15.80	65.00	16.50	65.00	13.50	57.00	15.90	64.00
	13	16.00	65.00	14.00	64.00	15.00	61.00	16.00	65.00
	14	15.00	58.00	13.50	60.00	15.00	63.00	15.20	55.00
	15	16.40	63.00	13.50	58.00	14.50	60.00	16.00	63.00
30	1	15.60	70.00	16.50	80.00	15.00	80.00	16.00	82.00
	2	15.70	71.00	16.00	85.00	16.00	87.00	16.00	85.00
	3	15.60	75.00	15.70	79.00	16.50	85.00	15.00	70.00
	4	16.00	79.00	16.30	87.00	15.00	72.00	15.20	76.00
	5	16.00	83.00	15.70	84.00	16.20	85.00	15.00	70.00
	6	16.00	79.00	16.60	85.00	16.00	83.00	15.60	72.00
	7	15.00	70.00	15.50	77.00	15.00	79.00	16.00	83.00
	8	15.70	82.00	15.50	70.00	16.60	84.00	15.00	75.00
	9	17.50	88.00	16.00	74.00	15.60	79.00	15.00	88.00
	10	15.70	71.00	15.70	80.00	16.00	83.00	16.00	87.00
	11	16.00	74.00	16.00	80.00	16.50	83.00	16.20	85.00
	12	17.50	89.00	15.00	70.00	15.00	70.00	15.00	82.00
	13	15.50	80.00	15.70	78.00	15.50	77.00	15.00	73.00
	14	16.80	85.00	15.50	80.00	16.50	81.00	16.00	80.00
	15	15.70	87.00	15.80	88.00	15.00	82.00	15.50	74.00
60	1	18.50	96.00	16.60	96.00	16.50	97.00	17.00	99.00
	2	16.00	94.00	17.00	98.00	16.00	85.00	16.50	102.00
	3	16.70	99.00	17.80	98.00	17.00	95.00	17.20	100.00
	4	16.70	99.00	17.00	94.00	16.50	98.00	16.80	80.00
	5	16.50	88.00	16.00	88.00	16.50	89.00	16.60	91.00
	6	17.00	85.00	17.50	91.00	17.00	101.00	17.00	93.00
	7	16.20	84.00	16.00	88.00	17.00	101.00	17.00	104.00
	8	16.00	98.00	16.00	90.00	16.00	90.00	16.00	94.00
	9	16.50	97.00	16.50	98.00	17.20	102.00	16.60	96.00
	10	16.50	90.00	16.30	91.00	17.00	103.00	16.60	83.00
	11	17.20	97.00	16.60	96.00	16.50	83.00	16.50	88.00
	12	16.60	89.00	16.50	98.00	16.00	88.00	16.50	98.00
	13	16.30	97.00	17.40	100.00	16.00	90.00	16.80	91.00
	14	16.00	97.00	16.00	85.00	16.50	86.00	16.40	92.00
	15	16.50	95.00	16.50	98.00	17.00	94.00	16.00	93.00
90	1	17.30	101.00	16.00	94.00	15.50	92.00	18.00	101.00
	2	18.00	113.00	16.50	89.00	17.00	95.00	16.80	98.00

	3	17.00	108.00	17.50	99.00	17.50	92.00	18.00	104.00
	4	17.00	105.00	18.20	102.00	18.20	110.00	18.20	103.00
	5	16.00	103.00	16.50	101.00	18.20	108.00	15.80	98.00
	6	17.50	92.00	17.50	100.00	17.40	89.00	18.00	104.00
	7	17.00	98.00	18.00	102.00	18.20	110.00	18.00	101.00
	8	16.40	95.00	17.50	99.00	17.00	95.00	18.00	99.00
	9	17.50	98.00	18.50	123.00	17.50	108.00	18.20	101.00
	10	17.30	101.00	16.20	95.00	17.00	95.00	18.50	110.00
	11	16.60	98.00	16.50	97.00	16.50	89.00	17.50	108.00
	12	17.00	90.00	16.60	98.00	17.50	108.00	16.10	76.00
	13	17.00	97.00	17.30	110.00	18.20	110.00	17.00	91.00
	14	16.50	95.00	16.50	91.00	16.50	101.00	16.00	99.00
	15	17.00	100.00	16.80	97.00	17.50	108.00	18.00	104.00

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 30. Registro biométrico de la carachama negra para el tratamiento 3 (20 peces/m²).

TRATAMIENTO 3									
DIA	Muestras	R1		R2		R3		R4	
		Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)	Long.est. (cm)	Peso (g)
0	1	14.60	58.00	14.50	63.00	14.50	60.00	14.00	58.00
	2	14.50	62.00	14.50	60.00	16.00	65.00	14.30	55.00
	3	14.00	58.00	13.60	59.00	14.50	60.00	15.40	65.00
	4	14.20	55.00	14.50	60.00	15.00	65.00	14.50	64.00
	5	15.40	65.00	14.60	65.00	15.50	63.00	15.00	65.00
	6	14.60	58.00	14.40	58.00	15.80	63.00	15.50	63.00
	7	15.30	65.00	14.50	61.00	14.50	60.00	15.80	63.00
	8	14.50	65.00	15.30	65.00	14.20	60.00	14.50	60.00
	9	14.20	62.00	14.60	63.00	16.50	65.00	14.20	62.00
	10	14.60	59.00	14.00	56.00	14.00	57.00	14.50	61.00
	11	14.50	62.00	14.40	63.00	14.00	55.00	15.00	65.00
	12	14.00	58.00	15.20	64.00	14.00	55.00	13.00	55.00
	13	14.00	55.00	14.20	57.00	14.50	58.00	13.50	56.00
	14	15.40	65.00	15.50	65.00	15.00	65.00	14.00	55.00
	15	14.80	64.00	14.50	57.00	15.80	63.00	14.50	59.00
	16	14.00	58.00	14.50	58.00	15.20	63.00	14.00	62.00
	17	14.30	55.00	14.60	62.00	14.20	55.00	15.20	62.00
	18	15.40	65.00	14.00	56.00	16.50	65.00	14.50	55.00
	19	15.20	65.00	14.50	59.00	14.00	60.00	14.00	55.00
	20	14.50	62.00	14.60	60.00	14.20	59.00	14.50	56.00
30	1	15.50	68.00	15.00	69.00	15.00	77.00	16.00	69.00
	2	16.00	78.00	15.00	70.00	16.80	79.00	16.50	84.00
	3	15.50	75.00	15.70	84.00	15.00	73.00	15.00	72.00
	4	15.50	72.00	15.20	69.00	15.30	70.00	15.40	73.00
	5	16.00	82.00	15.80	75.00	15.00	71.00	14.80	67.00
	6	15.50	73.00	15.70	75.00	15.00	77.00	15.00	70.00
	7	15.00	70.00	15.00	70.00	16.00	84.00	15.00	71.00
	8	15.50	71.00	15.50	84.00	16.50	83.00	15.50	72.00

	9	16.00	79.00	15.40	72.00	15.50	72.00	16.30	85.00
	10	15.00	73.00	15.00	76.00	16.30	72.00	15.00	70.00
	11	15.60	70.00	15.00	83.00	15.50	80.00	16.00	83.00
	12	16.20	82.00	15.00	67.00	14.80	68.00	15.50	68.00
	13	15.00	70.00	15.80	72.00	15.20	79.00	14.00	68.00
	14	15.00	72.00	15.00	67.00	15.00	71.00	15.70	79.00
	15	15.00	70.00	15.00	70.00	16.00	69.00	15.50	71.00
	16	15.30	69.00	15.60	69.00	16.00	69.00	15.00	75.00
	17	16.50	85.00	15.30	69.00	15.00	70.00	15.50	73.00
	18	15.50	75.00	15.00	75.00	14.80	71.00	15.00	74.00
	19	15.80	70.00	15.50	71.00	15.00	69.00	15.50	70.00
20	15.50	72.00	15.00	70.00	14.80	69.00	15.00	70.00	
60	1	16.00	82.00	16.00	88.00	16.00	90.00	15.70	82.00
	2	15.00	76.00	16.50	85.00	16.50	96.00	16.20	83.00
	3	16.70	87.00	16.20	80.00	16.00	83.00	17.00	81.00
	4	15.60	92.00	17.50	94.00	16.00	84.00	15.50	84.00
	5	16.00	92.00	16.10	90.00	17.00	94.00	16.50	98.00
	6	16.60	98.00	16.00	84.00	15.30	82.00	17.00	95.00
	7	15.50	96.00	16.50	90.00	16.00	85.00	16.00	93.00
	8	15.50	96.00	16.00	80.00	16.30	83.00	15.00	72.00
	9	16.00	82.00	15.60	85.00	16.00	95.00	16.00	82.00
	10	16.50	85.00	15.60	80.00	15.20	77.00	16.50	84.00
	11	16.00	78.00	15.50	82.00	16.70	78.00	15.00	88.00
90	1	17.00	105.00	17.50	108.00	17.00	94.00	17.60	92.00
	2	16.00	90.00	17.00	96.00	17.50	95.00	16.30	90.00
	3	18.50	103.00	17.50	111.00	16.50	94.00	15.50	87.00
	4	17.50	106.00	17.50	95.00	17.50	99.00	16.00	93.00
	5	16.00	100.00	17.00	96.00	16.50	95.00	18.00	102.00
	6	17.00	80.00	17.20	95.00	16.50	95.00	16.30	90.00
	7	16.20	85.00	15.50	84.00	16.20	92.00	15.80	98.00
	8	16.40	90.00	16.50	100.00	16.00	87.00	17.00	94.00
	9	17.00	94.00	17.50	99.00	17.00	94.00	17.50	98.00
	10	17.40	103.00	17.00	96.00	18.50	98.00	17.50	105.00
	11	16.50	103.00	17.00	97.00	17.50	95.00	17.00	98.00
	12	17.00	96.00	16.20	85.00	16.00	93.00	16.70	85.00
	13	18.00	103.00	16.00	87.00	17.50	99.00	16.50	89.00
	14	15.50	82.00	17.00	94.00	16.20	96.00	17.60	92.00
	15	16.50	89.00	16.50	85.00	16.40	90.00	16.30	96.00
	16	16.70	99.00	17.00	96.00	17.00	94.00	16.50	100.00
	17	16.40	98.00	16.70	88.00	16.50	93.00	16.30	89.00
	18	16.70	95.00	15.50	84.00	17.00	95.00	16.70	85.00
	19	16.60	89.00	16.50	100.00	16.30	89.00	18.20	98.00

	20	16.50	88.00	16.50	98.00	16.00	98.00	18.20	105.00
--	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 31. Registro de peso promedio y longitud estándar promedio por repetición.

N°	DIA	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3	
		Long. Est. (cm)	Peso (g)	Long. Est. (cm)	Peso (g)	Long. Est. (cm)	Peso (g)
R1	0	15.04	61.50	15.40	62.00	14.60	60.80
	30	16.07	82.60	16.02	78.87	15.55	73.80
	60	16.74	99.80	16.61	93.67	15.92	83.95
	90	18.20	118.30	17.01	99.60	16.77	94.90
R2	0	15.06	61.20	14.45	62.33	14.53	60.55
	30	16.07	80.90	15.83	79.80	15.28	72.85
	60	16.90	98.70	16.65	93.93	15.97	83.90
	90	18.60	118.40	17.07	99.80	16.76	94.70
R3	0	14.69	60.70	15.22	61.60	14.90	60.80
	30	15.76	80.20	15.76	80.67	15.43	73.65
	60	17.15	99.70	16.58	93.47	16.12	84.40
	90	18.58	118.30	17.31	100.67	16.78	94.25
R4	0	15.17	59.90	14.96	58.67	14.50	59.80
	30	16.22	82.30	15.50	78.80	15.36	73.20
	60	16.91	99.30	16.63	93.60	15.74	83.45
	90	18.68	118.60	17.47	99.80	16.88	94.30

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 32. Registro de los valores económicos por biomasa (kg) de la investigación.

DETALLE	TRATAMIENTO 1					TRATAMIENTO 2					TRATAMIENTO 3				
	R1	R2	R3	R4	PROM	R1	R2	R3	R4	PROM	R1	R2	R3	R4	PROM
COSTO DE INVERSION	3.98	3.99	4.00	4.03	4.00	3.97	3.94	4.02	4.05	3.99	4.15	4.20	4.24	4.24	4.21
infraestructura	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
equipo y materiales	1.48	1.49	1.50	1.53	1.50	1.47	1.44	1.52	1.55	1.49	1.65	1.70	1.74	1.74	1.71
COSTOS DE PRODUCCION	52.83	52.59	52.58	52.69	52.67	74.06	74.22	74.26	73.72	74.07	93.65	93.50	93.78	93.40	93.58
costos fijos	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
costos variables	27.83	27.59	27.58	27.69	27.67	36.56	36.72	36.76	36.22	36.57	43.65	43.50	43.78	43.40	43.58
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	56.81	56.58	56.58	56.71	56.67	78.03	78.15	78.29	77.78	78.06	97.80	97.70	98.02	97.64	97.79
PRODUCCION (KG)	5.68	5.72	5.76	5.87	5.76	5.64	5.52	5.86	5.97	5.75	6.35	6.55	6.69	6.71	6.57
COSTO UNITARIO (S./Kg)	10.00	9.89	9.82	9.66	9.84	13.83	14.16	13.36	13.03	13.59	15.41	14.92	14.65	14.55	14.88
PRECIO DE VENTA (S./Kg)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
INGRESOS (S./.)	85.20	85.80	86.40	88.05	86.36	84.60	82.80	87.90	89.56	86.21	95.18	98.19	100.35	100.67	98.60
Beneficio Neto (S./.)	28.39	9.22	29.82	31.34	29.69	6.57	4.65	9.61	11.78	8.15	2.61	0.49	2.33	3.03	0.81
Merito Economico (%)	50%	52%	53%	55%	52%	8%	6%	12%	15%	10%	-3%	1%	2%	3%	1%
Punto de Equilibrio	3.79	3.77	3.77	3.78	3.78	5.20	5.21	5.22	5.19	5.20	6.52	6.51	6.53	6.51	6.52

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 33. Registro de los valores económicos por kilogramo de la investigación.

DETALLE	TRATAMIENTO 1					TRATAMIENTO 2					PROM.	TRATAMIENTO 3				PROM.
	R1	R2	R3	R4	PROM.	R1	R2	R3	R4	R1		R2	R3	R4		
COSTO DE INVERSION	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.71	0.69	0.68	0.68	0.69	0.64	0.63	0.63	0.63	0.64	
infraestructura	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.45	0.43	0.42	0.42	0.43	0.38	0.37	0.37	0.37	0.38	
equipo y materiales	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
COSTOS DE PRODUCCION	9.30	9.19	9.13	8.98	9.15	13.13	13.44	12.67	12.35	12.90	14.76	14.28	14.02	13.92	14.24	
costos fijos	4.40	4.37	4.34	4.26	4.34	6.65	6.79	6.40	6.28	6.53	7.88	7.64	7.47	7.45	7.61	
costos variables	4.90	4.82	4.79	4.72	4.81	6.48	6.65	6.27	6.07	6.37	6.88	6.64	6.54	6.47	6.63	
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	10.00	9.89	9.82	9.66	9.84	13.84	14.13	13.35	13.03	13.59	15.40	14.92	14.65	14.55	14.88	
PRODUCCION (KG)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
COSTO UNITARIO (S./Kg)	10.00	9.89	9.82	9.66	9.84	13.84	14.13	13.35	13.03	13.59	15.40	14.92	14.65	14.55	14.88	
PRECIO DE VENTA (S./Kg)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
INGRESOS (S./.)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
Beneficio Neto (S./.)	5.00	5.11	5.18	5.34	5.16	1.16	0.87	1.65	1.97	1.41	-0.40	0.08	0.35	0.45	0.12	
Merito Económico (%)	50%	52%	53%	55%	52%	8%	6%	12%	15%	10%	-3%	1%	2%	3%	1%	
Punto de Equilibrio	0.67	0.66	0.65	0.64	0.66	0.92	0.94	0.89	0.87	0.91	1.03	0.99	0.98	0.97	0.99	

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 34. Registro de los valores promedios de calidad de agua durante la ejecución de la investigación.

N°	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA	REPRESENTACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TRATAMIENTO 1					TRATAMIENTO 2					TRATAMIENTO 3				
				R1	R2	R3	R4	PROM	R1	R2	R3	R4	PROM	R1	R2	R3	R4	PROM
1	Temperatura	T°	°C	30.38	30.13	30.38	29.50	30.09	29.75	30.25	30.25	30.00	30.06	30.38	30.25	30.38	30.25	30.31
2	Transparencia	Transp.	Cm	8.25	8.25	7.75	7.00	7.81	7.50	8.25	6.75	7.50	7.50	6.25	6.00	6.75	6.50	6.38
3	Oxígeno disuelto	OD	ppm	4.13	3.75	4.13	2.25	3.56	3.38	3.25	3.13	3.00	3.19	3.75	3.50	3.25	3.00	3.38
4	Potencial de hidrogeno	pH	Absoluto	7.75	7.63	7.63	7.63	7.66	7.38	7.13	7.63	7.00	7.28	7.25	7.13	7.25	7.13	7.19
5	Dióxido de carbono	CO ₂	ppm	27.25	26.25	27.25	21.00	25.44	27.50	30.75	29.50	28.75	29.13	29.75	29.75	31.25	33.50	31.06
6	Amoniaco	NH ₃	ppm	1.09	0.99	0.55	0.98	0.90	0.60	0.80	1.11	0.71	0.81	0.95	1.38	1.43	1.30	1.26
7	Nitrito	NO ₂	ppm	0.21	0.29	0.26	0.43	0.30	0.25	0.34	0.33	0.10	0.25	0.25	0.31	0.33	0.18	0.27
8	Alcalinidad	KH	ppm	194.00	184.00	186.50	184.00	187.13	229.50	222.50	224.50	230.00	226.63	180.00	178.00	182.50	185.00	181.38
9	Dureza	GH	ppm	182.50	190.00	180.00	175.00	181.88	192.50	180.00	185.00	190.00	186.88	184.50	194.50	184.50	182.00	186.38

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 35. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 10 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCP (g/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.70	0.57	0.62
R2	0.66	0.59	0.66
R3	0.65	0.65	0.62
R4	0.75	0.57	0.64
PROMEDIO	0.69	0.60	0.64
MAXIMO	0.75	0.65	0.66
MINIMO	0.65	0.57	0.62
DESVIACION ESTÁNDAR	0.05	0.04	0.02

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 36. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 15 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCP (g/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.56	0.49	0.20
R2	0.58	0.47	0.20
R3	0.64	0.43	0.24
R4	0.67	0.49	0.21
PROMEDIO	0.61	0.47	0.21
MAXIMO	0.67	0.49	0.24
MINIMO	0.56	0.43	0.20
DESVIACION ESTÁNDAR	0.05	0.03	0.02

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 37. Valores descriptivos de la VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 20 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCP (g/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.43	0.34	0.37
R2	0.41	0.37	0.36
R3	0.43	0.36	0.33
R4	0.45	0.34	0.36
PROMEDIO	0.43	0.35	0.36
MAXIMO	0.45	0.37	0.37
MINIMO	0.41	0.34	0.33
DESVIACION ESTÁNDAR	0.02	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 38. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 10 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCT (cm/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.03	0.02	0.05
R2	0.03	0.03	0.06
R3	0.04	0.05	0.05
R4	0.04	0.02	0.06
PROMEDIO	0.04	0.03	0.06
MAXIMO	0.04	0.05	0.06
MINIMO	0.03	0.02	0.05
DESVIACION ESTÁNDAR	0.001	0.011	0.006

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 39. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 15 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCT (cm/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.02	0.02	0.01
R2	0.05	0.03	0.01
R3	0.02	0.03	0.02
R4	0.02	0.04	0.03
PROMEDIO	0.03	0.03	0.02
MAXIMO	0.05	0.04	0.03
MINIMO	0.02	0.02	0.01
DESVIACION ESTÁNDAR	0.014	0.007	0.007

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 40. Valores descriptivos de la VCL (cm/día) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) a una densidad de cultivo de 20 peces/m².

REPETICIONES	TIEMPO DE EVALUACION DE LA VCT (cm/día)		
	30 días	60 días	90 días
R1	0.03	0.01	0.03
R2	0.03	0.02	0.03
R3	0.02	0.02	0.02
R4	0.03	0.01	0.04
PROMEDIO	0.03	0.02	0.03
MAXIMO	0.03	0.02	0.04
MINIMO	0.02	0.01	0.02
DESVIACION ESTÁNDAR	0.006	0.006	0.007

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 41. Valores descriptivos del Porcentaje de sobrevivencia (%) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Días	SOBREVIVENCIA (%)		
	T1 10 peces/m ²	T2 15 peces/m ²	T3 20 peces/m ²
0	100.00%	100.00%	100.00%
30	100.00%	100.00%	100.00%
60	100.00%	100.00%	100.00%
90	100.00%	99.50%	98.75%
MEDIA	100%	100%	100%
MAXIMO	100%	100%	100%
MINIMO	100%	100%	99%
DESVIACION ESTÁNDAR	100±0.00%	100±0.25%	100±0.62%

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 42. Valores descriptivos del BN (soles/kg) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

REPETICIONES	BENEFICIO NETO (soles)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
R1	S/. 5.00	S/. 1.16	S/. -0.40
R2	S/. 5.11	S/. 0.87	S/. 0.08
R3	S/. 5.18	S/. 1.65	S/. 0.35
R4	S/. 5.34	S/. 1.97	S/. 0.45
MEDIA	5.16	1.41	0.12
MAXIMO	5.34	1.97	0.45
MINIMO	5.00	0.87	-0.40
DESVIACION ESTÁNDAR	5.16±0.14	1.41±0.49	0.12±0.38

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 43. Valores descriptivos del ME (%) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

REPETICIONES	MERITO ECONOMICO (%)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
R1	50%	8%	-3%
R2	52%	6%	1%
R3	53%	12%	2%
R4	55%	15%	3%
MEDIA	53%	10%	1%
MAXIMO	55%	15%	3%
MINIMO	50%	6%	-3%
DESVIACION ESTÁNDAR	53±2%	10±4%	1±3%

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 44. Valores descriptivos De la Temperatura (°C) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	TEMPERATURA (°C)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	29.38	29.50	29.50
30	29.88	30.00	30.25
60	30.25	30.63	30.88
90	30.88	30.13	30.63
MEDIA	30.09	30.06	30.31
MAXIMO	30.88	30.63	30.88
MINIMO	29.38	29.50	29.50
DESVIACION ESTÁNDAR	30.09±0.63	30.06±0.46	30.31±0.60

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 45. Valores descriptivos de la Transparencia (cm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	TRANSPARENCIA (cm)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	8.00	5.00	5.00
30	5.00	5.75	4.50
60	8.75	9.50	8.00
90	9.50	9.75	8.00
MEDIA	7.81	7.50	6.38
MAXIMO	9.50	9.75	8.00
MINIMO	5.00	5.00	4.50
DESVIACION ESTÁNDAR	7.81±1.97	7.50±2.47	6.38±1.89

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 46. Valores descriptivos del OD (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	OXIGENO DISUELTO (ppm)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	4.25	4.00	4.00
30	3.38	3.25	3.50
60	3.50	2.88	3.25
90	3.13	2.63	2.75
MEDIA	3.56	3.19	3.38
MAXIMO	4.25	4.00	4.00
MINIMO	3.13	2.63	2.75
DESVIACION ESTÁNDAR	3.56±0.48	3.19±0.60	3.38±0.52

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 47. Valores descriptivos del pH del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	pH		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	7.5	7.3	7.5
30	7.4	7.1	7.0
60	7.9	7.3	7.0
90	7.9	7.5	7.3
MEDIA	7.7	7.3	7.2
MAXIMO	7.9	7.5	7.5
MINIMO	7.4	7.1	7.0
DESVIACION ESTÁNDAR	7.7±0.26	7.3±0.16	7.2±0.24

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 48. Valores descriptivos del CO₂ (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	DIOXIDO DE CARBONO (ppm)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	4.25	4.25	4.25
30	22.50	31.25	33.75
60	33.75	39.25	42.50
90	41.25	41.75	43.75
MEDIA	25.44	29.13	31.06
MAXIMO	41.25	41.75	43.75
MINIMO	4.25	4.25	4.25
DESVIACION ESTÁNDAR	25.44±16.09	29.13±17.18	31.06±18.42

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 49. Valores descriptivos del NH₃ (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	AMONIO (NH ₃)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	0.25	0.23	0.20
30	0.73	0.60	1.28
60	1.05	1.13	1.63
90	1.58	1.28	1.95
MEDIA	0.90	0.81	1.26
MAXIMO	1.58	1.28	1.95
MINIMO	0.25	0.23	0.20
DESVIACION ESTÁNDAR	0.90±0.56	0.81±0.48	1.26±0.76

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 50. Valores descriptivos del NO₂ (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	NITRITO (NO ₂)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	0.20	0.25	0.20
30	0.25	0.20	0.19
60	0.26	0.28	0.33
90	0.48	0.29	0.35
MEDIA	0.30	0.25	0.27
MAXIMO	0.48	0.29	0.35
MINIMO	0.20	0.20	0.19
DESVIACION ESTÁNDAR	0.30±0.12	0.25±0.04	0.27±0.08

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 51. Valores descriptivos de la KH (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	ALCALINIDAD (KH)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	136.00	148.00	120.00
30	195.00	248.50	225.00
60	210.00	257.50	189.25
90	207.50	252.50	191.25
MEDIA	187.13	226.63	181.38
MAXIMO	210.00	257.50	225.00
MINIMO	136.00	148.00	120.00
DESVIACION ESTÁNDAR	187.13±34.71	257.63±52.55	181.38±44.08

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 52. Valores descriptivos de la GH (ppm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DIAS	DUREZA (GH)		
	T1 (10 peces/m ²)	T2 (15 Peces/m ²)	T3 (20 Peces/m ²)
0	100.00	100.00	88.00
30	220.00	210.00	220.00
60	212.50	207.50	210.00
90	195.00	230.00	227.50
MEDIA	181.88	186.88	186.38
MAXIMO	220.00	230.00	227.50
MINIMO	100.00	100.00	88.00
DESVIACION ESTÁNDAR	181.88±55.58	186.88±58.79	186.38±65.97

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 53. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 30.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,143	,071	43,124	,000
Error	9	,015	,002		
Total	11	,157			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 54. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 60.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,118	,059	71,786	,000
Error	9	,007	,001		
Total	11	,125			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 55. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCP de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 90.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,370	,185	540,902	,000
Error	9	,003	,000		
Total	11	,373			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 56. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 30.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,000	,000	,794	,481
Error	9	,001	,000		
Total	11	,001			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 57. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 60.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,001	,000	3,000	,100
Error	9	,001	,000		
Total	11	,002			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 58. Análisis de Varianza (ANOVA) de la VCL de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 90.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,003	,001	22,826	,000
Error	9	,001	,000		
Total	11	,003			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA) de la supervivencia (%) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,198	,099	,655	,542
Error	9	1,359	,151		
Total	11	1,557			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 60. Análisis de Varianza (ANOVA) de BN para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	54,763	27,381	202,002	,000
Error	9	1,220	,136		
Total	11	55,983			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 61. Análisis de Varianza (ANOVA) del mérito económico (%) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	6071,16	3035,583	331,155	,000
Error	9	82,500	9,167		
Total	11	6153,66			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 62. Análisis de Varianza (ANOVA) de la temperatura (C°) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo (pez/m ²)	2	,148	,074	,227	,801
Error	9	2,931	,326		
Total	11	3,079			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 63. Análisis de Varianza (ANOVA) de la transparencia (cm) del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	4,573	2,286	,505	,620
Error	9	40,734	4,526		
Total	11	45,307			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 64. Análisis de Varianza (ANOVA) de OD (ppm) para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*). Elaboración propia (2022).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	,159	,079	,291	,754
Error	9	2,451	,272		
Total	11	2,609			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 65. Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	,502	,251	4,829	,038
Error	9	,467	,052		
Total	11	,969			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 66. Análisis de Varianza (ANOVA) del CO₂ del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	65,323	32,661	,110	,897
Error	9	2679,781	297,753		
Total	11	2745,104			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 67. Análisis de Varianza (ANOVA) del NH₃ del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	,463	,231	,617	,561
Error	9	3,377	,375		
Total	11	3,840			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 68. Análisis de Varianza (ANOVA) del NO₂ del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	,004	,002	,236	,794
Error	9	,073	,008		
Total	11	,076			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 69. Análisis de Varianza (ANOVA) del KH del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	5925,500	2962,750	1,397	,296
Error	9	19081,438	2120,160		
Total	11	25006,938			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 70. Análisis de Varianza (ANOVA) de la GH del agua para la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{Calculado}	Significancia
Densidad de cultivo(pez/m ²)	2	60,667	30,333	,008	,992
Error	9	32692,063	3632,451		
Total	11	32752,729			

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 71. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 30.

DENSIDAD DE CULTIVO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m ²)	4	,4300	
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m ²)	4		,6100
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m ²)	4		,6900
Sig.		1,000	,058

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 72. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 60.

Subconjunto para alfa = 0.05				
densidad de cultivo	N	a	b	c
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m2)	4	,3525		
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m2)	4		,4700	
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m2)	4			,5950
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 73. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCP (g/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 90.

Subconjunto para alfa = 0.05				
densidad de cultivo	N	a	b	c
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m2)	4	,2125		
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m2)	4		,3550	
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m2)	4			,6350
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 74. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de VCL (cm/día) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*) en el día 90.

Subconjunto para alfa = 0.05				
densidad de cultivo	N	a	b	
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m2)	4	,0175		
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m2)	4	,0300		
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m2)	4			,0550
Sig.		,122	1,000	

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 75. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el BN (soles) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DENSIDAD DE CULTIVO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m ²)	4	,120		
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m ²)	4		1,41	
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m ²)	4			5,16
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 76. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el ME (%) de la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DENSIDAD DE CULTIVO (pez/m ²)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T3= DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m ²)	4	1		
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m ²)	4		10	
T1= DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m ²)	4			53
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 77. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para el pH en la carachama negra (*Pterygoplichthys pardalis*).

DENSIDAD DE CULTIVO (pez/m ²)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T3 = DENSIDAD DE CULTIVO (20 peces/m ²)	4	7,2000	
T2 = DENSIDAD DE CULTIVO (15 peces/m ²)	4	7,3000	7,3000
T1 = DENSIDAD DE CULTIVO (10 peces/m ²)	4		7,6750
Sig.		,813	,103

Fuente: Elaboración propia (2022).