

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE UNA DIETA ALIMENTICIA SUPLEMENTARIA USANDO GALLINAZA PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*) EN EL FUNDO LAS VILCAS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA”**

**PARA OPTAR:**  
**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. RONALDO OSMAR OLIVERA GONZALES**

**TACNA – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE UNA DIETA ALIMENTICIA SUPLEMENTARIA  
USANDO GALLINAZA PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO EN  
EL CULTIVO DE LA TILAPIA (Oreochromis sp.) EN EL FUNDO LAS  
VILCAS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA”**

**Tesis sustentada y aprobada el 9 de enero de 2021; estando el jurado  
calificador integrado por:**

**PRESIDENTE: Dr. CÉSAR HUANACUNI LUPACA**

**SECRETARIO: Ing. ANABEL DEL ROSARIO CRISOSTO FUSTER**

**VOCAL: M Sc. VICENTE MÁLAGA APAZA**

**ASESOR: M Sc. JOSÉ OSWALDO CAZORLA GALDÓS**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Ronaldo Osmar Olivera Gonzales, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 72856949

### Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

*“Evaluación de una dieta alimenticia suplementaria usando Gallinaza para el incremento del rendimiento en el cultivo de la Tilapia (Oreochromis sp.) en el Fundo Las Vilcas de la Universidad Privada de Tacna”*

la misma que presento para optar el:

### Título Profesional de Ingeniero Ambiental

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 9 de enero Del 2021



---

Olivera Gonzales Ronaldo Osmar

DNI: 72856949

## DEDICATORIA

Este documento representa todo el esfuerzo que he realizado durante toda mi carrera estudiantil, por esta razón esta tesis va dedicada:

Al Señor creador de todo, aquel que me brindo siempre la fortaleza para poder continuar pese a las adversidades, aun cuando las circunstancias eran difíciles; con todo el amor y devoción en él, dedico en primer lugar mi trabajo a Dios.

A mis padres, Sr. Juan Carlos Olivera Tipiani y Sra. Olga Gonzales Rodríguez quienes son el pilar fundamental en mi vida a la vez son mi centro de inspiración ya que, gracias a su inmensurable apoyo, su incondicionalidad y el inmenso amor que me brindan diariamente, logre culminar no solo mi investigación, sino todo lo que le sucedió.

A mis amados abuelitos; Papa Basilio y Mama Dorita, Papa Alfredo y Mama Olinda quienes me acompañaron en todos mis logros, a pesar de no estar juntos deseo dedicarles con mucho cariño todo mi esfuerzo.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis tíos, a mis primos, amigos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y a la Virgencita por brindarme una familia tan bella, la cual me da la fuerza y los ánimos de seguir creciendo como persona y profesional, así también le agradezco por cuidarme durante todo el camino y brindarme la fortaleza para poder continuar a pesar de todas las complicaciones.

Agradezco también el incomparable apoyo y la confianza depositada en mí por parte de mis padres, a los cuales les debo todo, les agradezco de todo corazón sus enseñanzas, sus consejos, sus anécdotas, sus reprimendas, gracias a ello estoy seguro que lograre ser la persona la cual estén orgullosos.

Agradezco de manera muy especial el apoyo del Blgo. José Oswaldo Cazorla, mi asesor, quien, con paciencia, experiencia y el vasto conocimiento que me brindo, logre terminar esta etapa tan importante en mi vida, le agradezco mucho por ser parte de este logro tan importante para mí y mi familia.

A mis docentes a quienes estimo y respeto mucho, gracias por las enseñanzas y las oportunidades que me han brindado a lo largo de mi carrera.

Y a la Universidad Privada de Tacna, por darme la oportunidad de formarme como profesional en sus aulas.

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| DEDICATORIA .....   | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....                                      | v    |
| ÍNDICE GENERAL.....                                       | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                    | xi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                   | xiii |
| RESUMEN .....   | xv   |
| ABSTRACT .....  | xvi  |
| INTRODUCCIÓN .....  | 1    |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....              | 3    |
| 1.1 Descripción del problema .....                        | 3    |
| 1.2 Formulación del problema .....                        | 4    |
| 1.2.1    Formulación general .....                        | 4    |
| 1.2.2    Formulación específica .....                     | 4    |
| 1.3 Justificación e importancia de la Investigación ..... | 4    |
| 1.4 Objetivos .....                                       | 5    |
| 1.4.1    Objetivo General .....                           | 5    |
| 1.4.2    Objetivos Específicos .....                      | 5    |
| 1.5 Hipótesis .....                                       | 6    |
| 1.5.1    Hipótesis general .....                          | 6    |
| 1.5.2    Hipótesis específica .....                       | 6    |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....                          | 7    |
| 2.1.    Antecedentes .....                                | 7    |
| 2.1.1.    Ámbito internacional .....                      | 7    |
| 2.1.2.    Ámbito nacional .....                           | 8    |
| 2.1.3.    Ámbito regional .....                           | 9    |
| 2.2.    Bases teóricas .....                              | 10   |
| 2.2.1. <i>Oreochromis sp.</i> .....                       | 10   |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.2. Taxonomía de la Tilapia ( <i>Oreochromis sp.</i> ) .....   | 10 |
| 2.2.3. Descripción de la Tilapia ( <i>Oreochromis sp.</i> ) ..... | 10 |
| 2.2.3.1. Morfología externa .....                                 | 10 |
| 2.1.1.1. Morfología interna .....                                 | 11 |
| 2.2.4. Hábitos Alimenticios .....                                 | 12 |
| 2.2.5. Crecimiento .....  | 13 |
| 2.2.5.1. Alevín .....   | 13 |
| 2.2.5.2. Cría .....   | 14 |
| 2.2.5.3. Juvenil .....  | 14 |
| 2.2.5.4. Adulto .....   | 15 |
| 2.2.6. Valor Nutricional .....                                    | 16 |
| 2.2.7. Requerimientos nutricionales de la Tilapia .....           | 17 |
| 2.2.8. Condiciones y parámetros de cultivo .....                  | 18 |
| 2.2.9. Etapas del cultivo de tilapia .....                        | 19 |
| 2.2.9.1. Siembra .....  | 19 |
| 2.2.9.2. Precría .....  | 20 |
| 2.2.9.3. Levante o crecimiento .....                              | 20 |
| 2.2.9.4. Engorde .....  | 20 |
| 2.2.10. Alimentación .....  | 21 |
| 2.2.11. Forma de alimentar .....                                  | 21 |
| 2.2.11.1. Alimentación en un solo sitio .....                     | 21 |
| 2.2.11.2. Alimentación en L .....                                 | 21 |
| 2.2.11.3. Alimentación periférica .....                           | 21 |
| 2.2.11.4. Alimentadores automáticos .....                         | 22 |
| 2.2.12. Horas de alimentación .....                               | 22 |
| 2.2.13. Necesidades nutricionales .....                           | 22 |
| 2.2.13.1. Proteínas .....   | 22 |
| 2.2.13.2. Grasas .....  | 23 |
| 2.2.13.3. Carbohidratos .....                                     | 23 |
| 2.2.13.4. Vitaminas .....   | 23 |
| 2.2.13.5. Minerales .....   | 24 |
| 2.2.14. Cultivo de la Tilapia .....                               | 24 |
| 2.2.14.1. Cultivo en estanques .....                              | 25 |
| 2.2.14.1.1. Estanques pequeños .....                              | 25 |
| 2.2.14.1.2. Estanques grandes .....                               | 25 |
| 2.2.15. Sistema de cultivo .....                                  | 25 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.2.15.1.                              | Según su densidad y manejo .....                                      | 26 |
| 2.2.15.1.1.                            | Cultivo extensivo .....   | 26 |
| 2.2.15.1.2.                            | Sistema semiintensivo .....   | 26 |
| 2.2.15.1.3.                            | Sistema intensivo .....   | 26 |
| 2.2.15.1.4.                            | Superintensivos .....   | 26 |
| 2.2.16.                                | Sexado .....  | 27 |
| 2.2.16.1.                              | Sexado natural .....  | 27 |
| 2.2.17.                                | Sanidad acuícola .....  | 27 |
| 2.2.18.                                | Alimentación Suplementaria .....                                      | 28 |
| 2.2.19.                                | Gallinaza .....   | 29 |
| 2.2.19.1.                              | Generalidades .....   | 29 |
| 2.2.19.1.1.                            | Bombeables .....  | 30 |
| 2.2.19.1.2.                            | No bombeables .....   | 30 |
| 2.2.19.2.                              | Composición química de la gallinaza .....                             | 30 |
| 2.2.19.3.                              | Comparación gallinaza con otras fuentes proteicas .....               | 31 |
| 2.2.19.4.                              | Ventajas uso de la gallinaza en alimentación animal .....             | 31 |
| 2.2.19.5.                              | Limitaciones en el uso de la gallinaza para alimentación animal ..... | 32 |
| 2.2.19.5.1.                            | Aspectos sanitarios .....   | 32 |
| 2.2.19.5.2.                            | Elementos extraños y residuos tóxicos .....                           | 32 |
| 2.2.19.5.3.                            | Nivel de humedad .....  | 33 |
| 2.2.19.5.4.                            | Emisión de olores .....   | 33 |
| 2.2.19.6.                              | Tratamientos físicos .....  | 33 |
| 2.2.19.6.1.                            | Tamizado .....  | 33 |
| 2.2.19.6.2.                            | Almacenamiento en montón .....  | 33 |
| 2.2.19.6.3.                            | Secado natural o artificial .....                                     | 34 |
| 2.2.20.                                | Uso de gallinaza en alimentación de tilapias .....                    | 34 |
| 2.3.                                   | Definición de términos .....  | 35 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO ..... |   | 36 |
| 3.1.                                   | Tipo y diseño de la investigación .....                               | 36 |
| 3.1.1.                                 | Tipo de investigación .....   | 36 |
| 3.1.2.                                 | Caracterización del área de estudio .....                             | 36 |
| 3.1.2.1.                               | Lugar de la investigación .....                                       | 36 |
| 3.2.                                   | Acciones y actividades .....  | 37 |
| 3.3.                                   | Materiales y/o instrumentos .....                                     | 37 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.1. Materiales de campo .....                         | 37 |
| 3.3.2. Equipos .....                                     | 38 |
| 3.3.3. Infraestructura .....                             | 38 |
| 3.3.4. Especie .....                                     | 38 |
| 3.3.5. Materias primas .....                             | 38 |
| 3.4. Métodos.....  | 38 |
| 3.4.1. Factor en evaluación .....                        | 38 |
| 3.4.2. Tratamientos utilizados .....                     | 38 |
| 3.4.3. Tabla de tratamientos .....                       | 39 |
| 3.4.4. Diseño experimental .....                         | 41 |
| 3.4.5. Características del experimento .....             | 41 |
| 3.4.6. Análisis estadístico .....                        | 41 |
| 3.4.6.1. Pruebas de significancia .....                  | 41 |
| 3.4.7. Variables evaluadas .....                         | 42 |
| 3.4.7.1. Variables cuantitativas .....                   | 42 |
| 3.5. Desarrollo de la Evaluación .....                   | 42 |
| 3.5.1. Proceso de manejo de la Gallinaza .....           | 42 |
| 3.6. Proceso de Desarrollo de la Investigación .....     | 43 |
| 3.6.1. Inicio de Pruebas .....                           | 49 |
| 3.6.2. Realización de evaluaciones .....                 | 49 |
| 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos ..... | 51 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....                            | 52 |
| 4.1. Recolección de datos .....                          | 52 |
| 4.1.1. Tratamiento 1 .....                               | 52 |
| 4.1.2. Tratamiento 2 .....                               | 55 |
| 4.1.3. Tratamiento 3 .....                               | 60 |
| 4.2. Peso final .....                                    | 64 |
| 4.3. Longitud final .....                                | 67 |
| 4.4. Tasa de mortalidad y sobrevivencia .....            | 69 |
| 4.5. Tasa de crecimiento .....                           | 69 |
| 4.6. Parámetros Fisicoquímicos .....                     | 71 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....                              | 73 |
| CONCLUSIONES .....                                       | 76 |
| RECOMENDACIONES .....                                    | 77 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 78 |
| ANEXOS .....                     | 82 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA .....     | 85 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Información nutricional en aproximadamente 113 g de tilapia .....                   | 16 |
| Tabla 2. Requerimientos proteicos de la Tilapia .....  | 17 |
| Tabla 3. Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapia .....                      | 18 |
| Tabla 4. Niveles óptimos de proteínas en función al peso del pez .....                       | 22 |
| Tabla 5. Requerimiento de minerales en la dieta para la tilapia .....                        | 24 |
| Tabla 6. Comparación de contenido nutricional .....  | 29 |
| Tabla 7. Comparación composición química de la gallinaza con otras fuentes de proteína ..... | 31 |
| Tabla 8. Porcentaje de ración alimenticia respecto al peso en gramos de la población .....   | 39 |
| Tabla 9. Tratamientos y cantidades de alimento a utilizar .....                              | 41 |
| Tabla 10. Primer Pesaje y Control de Parámetros .....  | 52 |
| Tabla 11. Resultados promedio - Primer pesaje .....  | 53 |
| Tabla 12. Control de Parámetros – Primer pesaje .....  | 53 |
| Tabla 13. Datos obtenidos del segundo pesaje .....   | 54 |
| Tabla 14. Resultados promedio – Segundo pesaje .....   | 54 |
| Tabla 15. Control de Parámetros – Segundo pesaje .....                                       | 55 |
| Tabla 16. Datos obtenidos del tercer pesaje .....  | 55 |
| Tabla 17. Resultados promedio – Tercer pesaje .....  | 56 |
| Tabla 18. Control de Parámetros – Tercer pesaje .....  | 56 |
| Tabla 19. Datos obtenidos del cuarto pesaje .....  | 57 |
| Tabla 20. Resultados promedio – Cuarto pesaje .....  | 57 |
| Tabla 21. Control de Parámetros – Cuarto pesaje .....  | 58 |
| Tabla 22. Datos obtenidos del quinto pesaje .....  | 58 |
| Tabla 23. Resultados promedio – Quinto pesaje .....  | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 24. Control de Parámetros – Quinto pesaje .....                     | 59 |
| Tabla 25. Datos obtenidos del sexto pesaje .....                          | 60 |
| Tabla 26. Resultados promedio – Sexto pesaje .....                        | 60 |
| Tabla 27. Control de Parámetros – Sexto pesaje .....                      | 61 |
| Tabla 28. Datos obtenidos del séptimo pesaje .....                        | 61 |
| Tabla 29. Resultados promedio – Séptimo pesaje .....                      | 62 |
| Tabla 30. Control de Parámetros – Séptimo pesaje .....                    | 62 |
| Tabla 31. Datos obtenidos del octavo pesaje .....                         | 63 |
| Tabla 32. Resultados promedio – Octavo pesaje .....                       | 63 |
| Tabla 33. Control de Parámetros – Octavo pesaje .....                     | 64 |
| Tabla 34. Datos de la variable Peso expresado en gramos .....             | 64 |
| Tabla 35. Análisis de varianza mediante la Tabla ANOVA .....              | 65 |
| Tabla 36. Análisis de varianza mediante Pruebas de Múltiples Rangos ..... | 65 |
| Tabla 37. Análisis de contraste entre tratamientos .....                  | 66 |
| Tabla 38. Datos de la variable Longitud expresado en centímetros. ....    | 67 |
| Tabla 39. Análisis de varianza mediante la Tabla ANOVA .....              | 67 |
| Tabla 40. Análisis de varianza mediante Pruebas de Múltiples Rangos ..... | 68 |
| Tabla 41. Análisis de contraste entre tratamientos .....                  | 68 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Morfología externa de Tilapia .....                                | 11 |
| Figura 2. (A) Aparato Reproductor Macho (B) Aparato Reproductor Hembra ..... | 12 |
| Figura 3. Alevines en los primeros días de eclosión .....                    | 13 |
| Figura 4. Cría de 45 días de nacida. ....                                    | 14 |
| Figura 5. Espécimen juvenil. ....  | 14 |
| Figura 6. Espécimen adulto de 7 meses. ....                                  | 15 |
| Figura 7. Ubicación Geográfica del lugar de Investigación. ....              | 36 |
| Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de Gallinaza .....                   | 42 |
| Figura 9. Visita al Fundo las Vilcas .....                                   | 43 |
| Figura 10. Zona posterior de la poza .....                                   | 43 |
| Figura 11. Pozas de almacenamiento de agua .....                             | 43 |
| Figura 12. Zona nidal de gallinas ponedoras. ....                            | 44 |
| Figura 13. Zona de aves de corral .....                                      | 44 |
| Figura 14. Recolección de Gallinaza .....                                    | 45 |
| Figura 15. Adecuación de la lona para el secado .....                        | 45 |
| Figura 16. Triturado manual de Gallinaza deshidrata .....                    | 46 |
| Figura 17. Pesado de la Gallinaza triturada .....                            | 46 |
| Figura 18. Adecuación del estanque de crianza .....                          | 47 |
| Figura 19. Limpieza del estanque .....                                       | 47 |
| Figura 20. Llenado del estanque .....  | 48 |
| Figura 21. Captación de tilapias en la poza del Fundo UPT .....              | 48 |
| Figura 22. Captura de tilapias en la poza del Fundo UPT.....                 | 48 |
| Figura 23. Línea de tiempo de realización de evaluaciones .....              | 49 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 24. Pesos finales expresados en gramos .....   | 64 |
| Figura 25. Incremento de peso de cada evaluación, durante el periodo de investigación ..... | 66 |
| Figura 26. Longitudes Finales .....   | 67 |
| Figura 27. Curva de ascenso con relación al peso .....                                      | 70 |
| Figura 28. Curva de ascenso con relación a la longitud .....                                | 70 |
| Figura 29. Control de pH en el transcurso del día .....                                     | 71 |
| Figura 30. Control de temperatura en el transcurso del día .....                            | 72 |
| Figura 31. Captura de Tilapia de la poza de almacenamiento.....                             | 82 |
| Figura 32. Captura de Tilapia mediante el uso de anzuelos e hilos de nylon .....            | 82 |
| Figura 33. Sexado de Tilapias .....   | 83 |
| Figura 34. Pesaje de Tilapias .....   | 83 |
| Figura 35. Medición de Tilapias .....   | 84 |
| Figura 36. Control de Tamaño semanal .....  | 84 |

## RESUMEN

En la presente investigación se plantea la evaluación de una dieta alimenticia suplementaria haciendo uso de gallinaza como fuente alternativa de alimento, en el proceso de cultivo de tilapia (*Oreochromis sp.*), la experimentación se dio a cabo en el Fundo Las Vilcas, perteneciente a la Universidad Privada de Tacna, con una duración total de 60 días, se emplearon 30 tilapias de aproximadamente 15 cm de longitud, siendo distribuidas en un estanque de 6m<sup>2</sup>, para la evaluación se realizaron 3 tratamientos basados en la cantidad de alimento dado en base al peso promedio de la población. Los tratamientos fueron: T1, con una dotación diaria de 48,07 g de alimento; T2, con 44,37 g y T3, con 42,12 g. Las variables que se evaluaron fueron el peso final, la longitud final, la sobrevivencia, la tasa de incremento, el peso total de alimento suministrado en cada tratamiento y las evaluaciones físico químicas (medición del pH y temperatura).

Se evidencio que existe una diferencia significativa estadísticamente con relación a las variables Peso y Longitud final, resultando el T3 el tratamiento con mayores resultados, de acuerdo a la Tabla ANOVA y la Prueba de Múltiples Rangos. Se obtuvo un incremento del 26%, aproximadamente, con relación al peso y un 19% con la longitud. Además, se registró una tasa de mortalidad del cero por ciento; con relación al pH y temperatura, se obtuvo una fluctuación de 6 de pH al amanecer con una temperatura de 21°C hasta un pH de 8 con una temperatura de 19°C al atardecer.

**Palabras clave:** Subproductos, Gallinaza, *Oreochromis sp.*, alimento suplementario.

## ABSTRACT

In the present investigation, the evaluation of a supplementary food diet is proposed using chicken manure as an alternative food source, in the process of cultivating tilapia (*Oreochromis sp.*). The experimentation was carried out in the Las Vilcas Farm, belonging to The Private University of Tacna, with a total duration of 60 days, 30 tilapias of approximately 15 cm in length were used, being distributed in a 6m<sup>2</sup> pond, for the evaluation 3 treatments were carried out based on the amount of food given based on the average weight of the population. The treatments were: T1, with a daily supply of 48,07 g of food; T2, with 44,37 g and T3, with 42,12 g. The variables that were evaluated were the final weight, the final length, the survival, the rate of increase, the total weight of food supplied in each treatment and the physical-chemical evaluations (measurement of pH and temperature).

It was evidenced that there is a statistically significant difference in relation to the variables Weight and final length, with T3 being the treatment with the highest results, according to the ANOVA Table and the Multiple Range Test. An increase of approximately 26% was obtained in relation to weight and 19% with length. In addition, a mortality rate of zero percent was recorded; Regarding pH and temperature, a pH fluctuation of 6 was obtained at dawn with a temperature of 21 ° C to a pH of 8 with a temperature of 19 ° C at dusk.

Keywords: By-products, Chicken manure, *Oreochromis sp.*, Supplementary feed.

## INTRODUCCION

La Piscicultura es una actividad considerada como un sistema de procesos biotecnológicos, donde se elaboran técnicas y estrategias enfocadas a la crianza o cultivo de peces. (Mantilla 2004)

Actualmente, uno de los más reconocidos cultivos en los distintos lugares del mundo, es el cultivo de tilapia, especie procedente del continente africano, cuyo hábitat cubre la gran parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones para su crecimiento son altamente favorables, así como también para su reproducción. (López 2003). Siendo Tacna, una región que se caracteriza por tener un clima cálido y recursos de basta aptitud para el desarrollo de cultivos psicolas, donde la crianza intensiva o semiintensiva de tilapias rojas o grises se vería altamente favorecida por las condiciones ideales que la región aporta para la prosperidad de la especie. Las tilapias, son especies de peces con extraordinarias cualidades, como por ejemplo su crecimiento acelerado, así como su tolerancia a las altas densidades poblacionales, su adaptación al cautiverio y la capacidad de adaptarse a una amplia gama o variedad de alimentos, por otra parte, cuenta con una alta resistencia a enfermedades, comercialmente las tilapias presentan características muy vistosas y apreciadas, como es su carne blanca de calidad con un alto grado de valor proteico.

En la crianza, llegado el momento en que los peces logren alcanzar un tamaño y peso determinado, estos son destinados para el consumo como para la venta a distintos locales comerciales, sin embargo, para obtener los resultados esperados se debe de brindar alimentos balanceados, caracterizados por tener altos niveles proteicos, así como elevados costos de adquisición, sumando a estos costos el transporte al sitio de crianza.

Esto se debe a que las fuentes que brindan los altos niveles de proteína al alimento balanceado usado, son en su mayoría la pasta de soya y la harina de pescado, además, para la elaboración del concentrado es fundamental el uso de procesos industriales como el extrudizado o el peletizado, actividades que hacen uso de maquinaria industrial tecnificada, la cual eleva el costo final a un rango mucho más elevado.

Por esta razón y con el fin de abaratar costos, los peces suelen ser alimentados de manera alternada entre alimentos balanceados comerciales y desperdicios, ya sea de actividades domésticas o actividades del campo.

Es común utilizar excretas de animales como fertilizantes naturales de estanques y así contribuir a la proliferación de fitoplancton, el cual sirve también como un alimento suplementario para los peces, sin embargo, el uso inadecuado de esta técnica aunado al desconocimiento de las cantidades a usar, suelen contaminar el agua, aumentando las posibilidades del surgimiento de problemas sanitarios en el lugar de crianza.

Si bien la tilapia es reconocida por ser una especie acuática bastante rustica, las condiciones antes descritas repercutirán directamente en su desarrollo, por ejemplo, se obtendrá peces con bajo peso, pequeños, en tiempos más prolongados y con una alta tasa de mortalidad.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del problema

La producción acuícola mundial ha desarrollado un crecimiento significativo en los últimos 30 años, con un promedio de crecimiento anual del 10% (FAO, 2011). Actualmente la producción mundial de tilapia se estima en 3.3 millones de TM/año.

En Tacna, la acuicultura es una actividad económica que presenta un incipiente desarrollo, con niveles de producción bajos con respecto a otras regiones, sin embargo, las condiciones naturales que presenta es altamente favorable para el desarrollo de esta actividad.

En ese sentido, Tacna, específicamente en las zonas rurales, cuenta con una alta disponibilidad de insumos alternativos fundamentales para el mejoramiento del rendimiento en el cultivo de peces, sin embargo, para la obtención de resultados favorables es necesario brindarles alimentos balanceados caracterizados por un alto contenido proteico, los cuales se obtienen de insumos como es la pasta de soya y la harina de pescado, así como procesos industriales tales como el extrudizado o peletizado, los cuales requieren maquinada industrial tecnificada, sumándose el costo de adquisición, transportación y mantenimiento al lugar de cultivo, incrementando de manera exponencial el costo final.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Formulación general**

¿De qué manera la implementación de una dieta suplementaria basada en gallinaza repercutirá en el incremento de rendimiento en el proceso de cultivo de la Tilapia?

### **1.2.2. Formulación específica**

¿La implementación de gallinaza como alimento balanceado afectará en el peso y la longitud de las Tilapias?

¿La implementación de gallinaza como alimento balanceado afectará en el tiempo y tasa de mortalidad de las Tilapias?

¿Variara el pH y temperatura del sustrato (agua) con la implementación de gallinaza como alimento balanceado?

## **1.3. Justificación e importancia de la Investigación**

La aceptabilidad aunada a la fácil crianza de la tilapia, hacen que su consumo y por consiguiente su producción, se extienda a muchos sectores del país, significando una alternativa eficiente tanto para el mercado como para la población.

Por tal razón, se llevó a cabo la evaluación de una dieta suplementaria con materias locales (Gallinaza), evitando depender de insumos y equipos sofisticados de elevados costos utilizados comúnmente en la industria piscícola.

Dicho subproducto puede ser utilizado para la alimentación de tilapias, ya que esta especie es considerada también un importante transformados de desechos y subproductos.

Con relación a la gallinaza, la información bibliográfica relacionada a las formas de su uso como suplemento alimenticio es escasa, limitándose muchas veces a usarse como alimento de especies animales mayores, mas no en piscicultura, por tal motivo es necesario recopilar información obtenida de resultados satisfactorios en la crianza de peces.

De esta manera, se propone aprovechar de manera eficiente este residuo animal como suplemento alimenticio, y no solo como subproducto, asimismo se otorga una alternativa accesible, posible de elaborar por parte del productor o poblador, brindándole la oportunidad de obtener una producción semejante o hasta superior en comparación al uso de alimentos balanceados comerciales comunes.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar una dieta alimenticia suplementaria utilizando gallinaza como fuente alternativa de proteína en el cultivo de la tilapia (*Oreochromis sp.*)

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Formular un alimento balanceado mediante el uso de la gallinaza proveniente de las aves de corral (gallinas ponedoras) del Fundo “Las Vilcas” de la Universidad privada de Tacna.
- Controlar el peso, longitud promedio y la tasa de crecimiento, al inicio y al final de la investigación luego de sesenta días.
- Evaluar la calidad del agua mediante los parámetros fisicoquímicos; pH y temperatura.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

H: La dieta a base de gallinaza como alimento suplementario influirá en el incremento de rendimiento (longitud, peso y tasa de crecimiento de las tilapias) durante el proceso de cultivo de la Tilapia.

### **1.5.2. Hipótesis específica**

H: El porcentaje de sobrevivencia de *Oreochromis sp.* utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es menor comparado con un alimento comercial.

H: El incremento de peso de *Oreochromis sp.* utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es mayor comparado con un alimento comercial.

H: El incremento de longitud de *Oreochromis sp.* utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es mayor comparado con un alimento comercial.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Ámbito internacional**

La tesis presentada por Basante (2015), donde se realizó un estudio sobre la conversión alimenticia utilizando productos que estén al alcance de los agricultores, como son desechos orgánicos de bovinos. El estudio es concebido como una investigación de campo del tipo descriptiva, el cual se concentró en gran medida en la evaluación del uso de fertilizantes orgánicos comparándolos con alimentos balanceados industriales a fin de lograr obtener la conversión alimenticia, lo que permitirá evaluar los resultados en relación a costos y beneficios obtenidos de dichos productos, mejorando así la economía de los productores y agricultores de la tilapia en el Ecuador.

En la investigación presentada por López, Leyva y Olvera (2012), se evaluó diferentes efectos sobre la especie en distintos aspectos, ya sea su supervivencia, su tasa de crecimiento a su vez la tasa de conversión alimenticia de los especímenes jóvenes al sustituir de manera parcial su régimen alimenticio balanceado con hojas crudas de chaya, usando un diseño experimental prototipo, con tres replicas por época climática, dando como resultado que el uso de insumos complementarios regionales pueden favorecer al desarrollo de cultivos de tilapias a pequeña escala en las regiones con ambientes propicios para su crianza.

### 2.1.2. **Ámbito nacional**

El estudio presentado como Informe de Vigilancia Tecnológica por el Centro Tecnológico de la Acuicultura (2014), consistió en realizar una correcta prospectiva sobre la nutrición y alimentación efectiva de la tilapia nilótica, basada en su mayoría a la realidad del país, para lograrlo se revisó de manera prioritaria las necesidades nutricionales que presentaban la especie estudiada, a la vez se estudió la alimentación complementaria usada en las principales fuentes de crianza integrada, como resultado se ofreció la aproximación y los diferentes tipos de dietas adaptadas a la acuicultura de la región, así como datos específicos en relación a la cantidad de nutrientes y proteínas que las tilapias nilóticas ofrecían.

La investigación presentada como sub-proyecto por el Programa de Trasferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas, siendo el proyecto *MANUAL DE CULTIVO DE TILAPIA (2015)*, está enfocada enteramente al cultivo de tilapias, perteneciendo a una serie de manuales que tienen por finalidad la formación correcta en acuicultura, buscando el apoyo al sector pesquero y acuícola, centrándose principalmente en las regiones como Tacna, Moquegua e Ica, mediante esta publicación, se buscó, capacitar a las comunidades campesinas y pescadores artesanales en alternativas económicas que logren conllevar un uso novedoso y mucho más eficiente de los recursos naturales con los que disponen siendo la acuicultura una de las maneras más eficaces para poder mejorar considerablemente sus niveles de vida. El manual tuvo como objetivo brindar información sobre cultivos de gran importancia, así como permitir posibilidades de venta en las comunidades.

La investigación presentada por Villareal (2008), está enfocada a la elaboración de una dieta balanceada utilizando gallinaza como fuente alternativa de proteína en la alimentación de la tilapia, para tal efecto, efectuó un experimento con una duración de 60 días, en las cuales empleo 120 tilapias, distribuidas al azar en estanques de con 24 unidades experimentales, hizo uso de 3 tratamientos, donde se mezcló el subproducto (gallinaza), con

diferentes sustratos comúnmente utilizados en la acuicultura, como es la harina de pescado, balanceando en cada tratamiento cantidades en porcentaje, obteniendo como resultado un alimento balanceado tanto en proteína como en sustratos secundarios, siendo el de mejor rendimiento el de 25% de harina de pescado y 75% de gallinaza.

### **2.1.3. Ámbito regional**

Según la Tesis presentada por Sánchez (2013), se determinó el efecto de dietas en porcentajes de proteínas (30%, 35% y 40% respectivamente), sobre la tasa de crecimiento absoluto, relativo y específico de alevinos de Tilapia, se hizo uso de un diseño de tipo factorial donde se obtuvo como resultado que el efecto de dietas no fueron significativos para el crecimiento, sin embargo se logró divisar que con respecto al peso, se logró el aumento dependiendo la cantidad y porcentaje de proteínas que se usan, dando como selección final la dieta al 30% de proteínas por ser la más adecuada para maximizar el desarrollo de alevines de Tilapia.

La tesis presentada por Gómez (2014), determina el efecto de las densidades de siembra (5 peces/m<sup>2</sup>; 10 peces/m<sup>2</sup> y 15 peces/m<sup>2</sup>), sobre las tasas de crecimiento absoluto relativo y específico, para esto se utilizó un diseño tipo factorial en cada uno de los niveles resultando significativo para la talla en cuanto a las bajas condiciones de densidad que se presentaron, asimismo también fue significativo para el peso, donde se obtuvo una ganancia superior para el tratamiento de mayor densidad, con relación a los parámetros físico químicos del agua, durante el periodo de crecimiento el contenido de oxígeno muestra un rango superior con relación al pH, mediante la información obtenida se demostró que el efecto con mayor beneficio con relación a los objetivos es el de mayor densidad de peces (15 peces/m<sup>2</sup>)

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. *Oreochromis sp.***

Originaria del continente africano, es una especie conocida por diversas culturas en el mundo, llegando a ser la tercera especie más cultivada luego de las carpas y salmónidos.

### **2.2.2. Taxonomía de la Tilapia (*Oreochromis sp.*)**

- Phylum : Vertebrata
- Sub Phylum : Craneata
- Superclase : Gnostomata
- Serie : Piscis
- Clase : Teleostei
- Subclase : Actinopterigii
- Orden : Perciformes
- Suborden : Percoidei
- Familia : Cichlidae
- Género : *Oreochromis*
- Especie : *Oreochromis sp*

### **2.2.3. Descripción de la Tilapia (*Oreochromis sp.*)**

Morales (2003) presenta como características principales las siguientes:

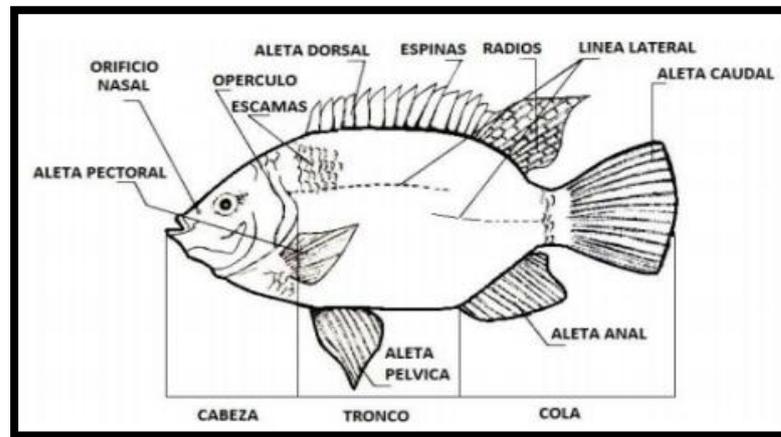
#### **2.2.3.1. Morfología externa**

Las familias de las tilapias presentan un cuerpo generalmente comprimido (Figura 1), a menudo discooidal, raramente alargado; en la mayoría de las especies, la cabeza del macho suele ser más grande que la de la hembra; algunas veces con la edad y el desarrollo se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (Dimorfismo sexual).

Presentan un orificio bucal generalmente ancho, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos o incisivos. Presentan membranas branquiales unidas por 5 o 6 radios branquióstegos y un número de branquiespinas, según la especie.

**Figura 1**

*Morfología externa de Tilapia*



*Nota.* Obtenido de Morales, A. (2003). Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia

### 2.2.3.2. Morfología interna

Para Saavedra (2006) el sistema digestivo en la Tilapia, se inicia en la boca, que presenta en su interior, dientes mandibulares que pueden ser unicúspides, bicúspides y tricúspides según las distintas especies, continúa en el esófago hasta el estómago, el intestino es de forma de tubo hueco y redondo que se adelgaza después del píloro. El intestino mide 7 veces la longitud total del cuerpo. Asociado con un tracto digestivo, presenta dos glándulas muy importantes, siendo una de ellas el hígado, que es un órgano grande en tamaño y de forma 11 alargada. En su parte superior y sujeta a este, se presenta una estructura pequeña y redonda de coloración verdosa llamada vesícula biliar, la cual se comunica con el intestino por un pequeño y diminuto tubo, el cual recibe el nombre de conducto biliar.

El sistema circulatorio, representado por el corazón, es un órgano de forma redonda generalmente bilobular compuesto por tejidos musculares, localizado casi en la base de la garganta.

### Figura 2

(A) Aparato Reproductor Macho (B) Aparato Reproductor Hembra



Nota. Obtenido de Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia.

El aparato reproductor se diferencia por la parte externa, el cual se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo (Figura 2).

#### 2.2.4. Hábitos alimenticios

Según Lorenzo (2011) la especie de las Tilapias se clasifica como omnívoro, por presentar una gran diversidad en los insumos alimenticios que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton.

Una característica que comparten la mayoría de las Tilapias es que se adaptan con mucha facilidad a los alimentos suministrados artificialmente. Para su cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria.

La base de la alimentación de la Tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55 % (peso seco) aproximadamente.

### 2.2.5. Crecimiento

Según Cantor (2007), el ciclo de vida de la Tilapia comprende cuatro etapas:

#### 2.2.5.1 Alevín

Etapa de desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días.

#### Figura 3.

*Alevines en los primeros días de eclosión*



*Nota.* Obtenido de Cantor, F. (2007). Manual de producción de tilapia

En esta fase, el alevín, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0,5 a 1 cm y posee un saco vitelino en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido. (Figura 3).

### 2.2.5.2. Cría

Cuando los peces han absorbido el saco vitelino y comienzan aceptar alimento balanceado, y han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud. (Figura 4).

#### Figura 4.

*Cría de 45 días de nacida*



*Nota.* Obtenido de Cantor, F. (2007). Manual de producción de tilapia

### 2.2.5.3. Juvenil

Peces con talla que varía entre 5 y 10 cm, la cual alcanzan los 2 meses de edad y aceptan alimento balanceado para su crecimiento (Figura 5).

#### Figura 5

*Espécimen juvenil*



*Nota.* Obtenido de Cantor, F. (2007). Manual de producción de tilapia

#### 2.2.5.4. Adulto

Es la última etapa del desarrollo, los individuos presentan tallas entre 10 y 18 cm y pesos de 70 a 100 g, características que obtienen alrededor de los 3,5 meses de edad (Figura 6).

**Figura 6**

*Espécimen adulto de 7 meses*



*Nota.* Obtenido de Cantor, F. (2007). Manual de producción de tilapia

Según Morales (2003), la Tilapia crece de manera longitudinal. En todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín. El crecimiento depende de varios factores como la temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, altitud, luz o luminosidad y tipo de alimentación principalmente. La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses, el crecimiento promedio de estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 300 g.

### 2.2.6. Valor nutricional

Maradiegue (2005), afirma que la carne de Tilapia es de excelente calidad. Posee una textura suave y firme, un sabor ligeramente dulce. Además, es un pescado con bajos niveles de grasa, su textura firme facilita su preparación ya que es un pez muy versátil que puede ser: asado, embutido, empanizado, a la parrilla, horneado, frito, al vapor, al carbón, o usado como ingrediente para sopas de pescado, y su sabor queda muy bien en salsas y marinado. Los valores dietéticos en 113 g de carne de tilapia están compuestos por:

**Tabla 1**

*Información nutricional en aproximadamente 113 g de tilapia*

| <b>Composición</b> | <b>Cantidad</b> |
|--------------------|-----------------|
| Grasa total        | 0,9 g           |
| Caloría            | 82,0 kcal       |
| Grasa saturada     | 0,4 g           |
| Sodio              | 35,0 mg         |
| Colesterol         | 48,0 mg         |
| Proteínas          | 18,5 g          |
| Carbohidratos      | 0,0 g           |

Nota: Obtenido de Klinge, O. (2000). Estudio de pre factibilidad para la instalación de un centro de cultivo de tilapia roja y procesamiento como filete fresco con fines de exportación

### 2.2.7. Requerimientos nutricionales de la Tilapia

Según Pokniak (1997) Los nutrientes requeridos por los peces para crecimiento, reproducción y otras funciones fisiológicas son semejantes a aquellos requeridos por las especies terrestres. Los peces necesitan consumir proteínas, minerales, vitaminas y fuentes energéticas (Tabla 2).

Las exigencias nutricionales de los alevines son iguales a la de las tilapias adultas en términos cualitativos, sin embargo, en términos cuantitativos, las exigencias son mayores en peces jóvenes que en adultos (Torres Novoa et al., 2012).

**Tabla 2**

*Requerimientos proteicos de la Tilapia*

| Requerimientos proteicos |          |                    |
|--------------------------|----------|--------------------|
| Etapa de vida            | Peso (g) | Requerimientos (%) |
| Larva                    | -        | 45-50              |
| Alevines I               | 0,02-1   | 40                 |
| Alevines II              | 1-10     | 35-40              |
| Juveniles                | 10-25    | 30-35              |
|                          | 25-200   | 30-32              |
| Adultos                  | >200     | 28-30              |
| Reproductores            | -        | 40-45              |

Nota: Obtenido de Klinge, O. (2000). Estudio de pre factibilidad para la instalación de un centro de cultivo de tilapia roja y procesamiento como filete fresco con fines de exportación

### 2.2.8. Condiciones y parámetros de cultivo

Es necesario realizar un análisis físico-químico de la fuente de agua designada para la actividad, teniendo en cuenta los siguientes parámetros y sus rangos ideales respectivos, los cuales indican la calidad del agua a usar:

**Tabla 3**

*Parámetros de la calidad de agua para cultivo de tilapia*

| Parámetro                                | Rango Ideal     |
|--|-----------------|
| Ozono                                    | 0 a 0,005 mg/l  |
| Oxígeno Disuelto (O.D.)                  | 3 a 10 mg/l     |
| Temperatura                              | 24 a 28 °C      |
| PH                                       | 6,5 a 9,0       |
| Dureza (Alcalinidad: CaCO <sub>3</sub> ) | 10 a 500 mg/l   |
| Magnesio (Mg)                            | 0 a 36 mg/l     |
| Manganeso (Mn)                           | 0 a 0,01 mg/l   |
| Calcio                                   | 5 a 160 mg/l    |
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )    | 0 a 2,0 mg/l    |
| Amonio Total                             | Hasta 2,0 mg/l  |
| Amonio (NH <sub>3</sub> : no ionizado)   | 0 a 0,05 mg/l   |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> )              | 0 a 0,1 mg/l    |
| Fosfatos (PO <sub>4</sub> )              | 0,5 a 1,5 mg/l  |
| Fósforo Total                            | 0,01 a 3,0 mg/l |
| Ácido Cianhídrico (HCN)                  | 0 a 0,1 mg/l    |
| Cloro                                    | 0 a 0,003 mg/l  |
| Hierro (Fe)                              | 0 a 0,015 mg/l  |
| Turbidez (Disco Secchi)                  | 30 a 40 cm      |
| Sólidos Disueltos                        | 0 a 30 mg/l     |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> =)             | 0 a 500 mg/l    |
| Zinc (Zn)                                | 0 a 0,05 mg/l   |

Nota: Obtenido de Klinge, O. (2000). Estudio de pre factibilidad para la instalación de un centro de cultivo de tilapia roja y procesamiento como filete fresco con fines de exportación

Algunos parámetros pueden estar desequilibrados ocasionando problemas en los organismos acuáticos, muchos de ellos son de fácil identificación, ya que presentan características comunes como: el barbeo, el boqueo, la inapetencia, la podredumbre de las aletas, hongos en las escamas, entre otras.

La mayoría de casos son ocasionados por alteraciones de ciertos parámetros por ejemplo la temperatura, el pH, los fosfatos y nitritos, así como los gases disueltos, en cuanto a su control es recomendable:

- Regularizar los recambios continuos de agua, fundamentalmente en el fondo.
- Utilizar cal agrícola en polvo en el agua por una cantidad de 50gr/m<sup>2</sup>.
- Controlar los parámetros más importantes diariamente, tales como la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH, el resto de parámetros pueden ser controlados semanalmente.

### **2.2.9. Etapas del cultivo de tilapia**

López (2003) menciona que el cultivo de tilapia tiene por etapas las que continuación son detalladas:

#### **2.2.9.1. Siembra**

Tener como aspectos importantes para la siembra de semilla de peces los siguientes aspectos:

- Conteo exacto de la muestra o del total de la semilla, sea de manera manual, por métodos volumétricos o por peso, espécimen por espécimen.
- Acondicionamiento de temperatura, mezclando el agua de las bolsas en la que se transporta los alevines, mínimo durante 30 minutos, con el agua del lugar en el que se va a sembrar.

### **2.2.9.2. Precría**

Comprendida por peces de entre 1 a 5 gramos, con una densidad de 100 a 150 peces por m<sup>2</sup>, un porcentaje de recambio recomendable del 10 al 15% por día y con aireación, en tanto que de 50 a 60 peces por m<sup>2</sup> sin aireación y un recubrimiento total de malla anti-pájaros para controlar la depredación.

Los alevines son alimentados con un concentrado del 45% de proteína, a razón de un 10 a 12% de la biomasa de cada espécimen distribuido diariamente entre 8 y 10.

### **2.2.9.3. Levante o crecimiento**

Está comprendida entre los 5 a 80 gramos de peso, con una densidad de 20 a 50 peces por m<sup>2</sup>, con un porcentaje de cambio de agua del 5 al 10% diariamente y un recubrimiento de malla total para evitar y controlar la depredación.

En esta etapa el alimento suministrado tiene un porcentaje de concentrado del 30 o 32% de proteína, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Es necesario suministrar la cantidad alimenticia equivalente del 3 al 6% de la biomasa total, con 4 y 6 raciones distribuidas diariamente.

### **2.2.9.4. Engorde**

En dicha etapa se encuentra comprendida entre los 80 gramos hasta el peso de cosecha, con una densidad entre 1 y 30 peces por m<sup>2</sup>. Cuando las densidades son mayores a 12 peces por m<sup>2</sup>, se necesita contar con sistemas de aireación o con un porcentaje alto de recambio (40 a 50%).

La alimentación está basada en concentrados con 28 o 30% de nivel proteico, dependiendo del tipo de cultivo (intensivo, semi-intensivo o extensivo), la temperatura y el manejo de la explotación. Se requiere suministrar entre el 1,2 y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 raciones al día.

### **2.2.10. Alimentación**

Como se sabe la efectividad de toda actividad piscícola depende fundamentalmente de la eficiencia en el proceso de cultivo, prioritariamente en la calidad y la cantidad de alimento que es suministrado diariamente.

### **2.2.11. Forma de alimentar**

López (2003) refiere que las formas de alimentación usadas están proporcionalmente relacionadas con el tipo de crianza, el manejo, los hábitos y la edad de la especie en cultivo, destacando:

#### **2.2.11.1. Alimentación en un solo sitio**

Es una de las formas menos convenientes de alimentación ya que se da la acumulación de materia orgánica en un lugar fijo y se dificulta para que coma la mayoría del lote, haciendo que gran parte del alimento sea consumido solo por los peces más grandes y se incremente el porcentaje de individuos pequeños.

#### **2.2.11.2. Alimentación en L**

Con este sistema se suministra el alimento en las orillas continuas del estanque, se recomienda para animales de 50 a 100 gramos, lo más factible es alimentar en la orilla de salida (desagüe) y en uno de los dos lados, a fin de lograr sacar la mayor cantidad de excremento en el momento de la alimentación.

#### **2.2.11.3. Alimentación periférica**

Es realizada por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, ya que por encima de este peso se acrecientan los instintos territoriales naturales de estos animales, en varios puntos del lugar de cría.

#### 2.2.11.4. Alimentadores automáticos

Existen muchos tipos de comederos automáticos, sin embargo, por su costo tan alto se vuelven sistemas antieconómicos y sirven exclusivamente en explotaciones donde se exceda la relación costo beneficio.

#### 2.2.12. Horas de alimentación

Ya que sus niveles de secreción digestiva y la acidez incrementan con el aumento de temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos.

Dependiendo el tipo de cultivo no es poco recomendable incluir una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo exceda los 15 minutos, ya que la abundancia del mismo, ocasionara a que el animal coma en exceso y no logre asimilar de manera adecuada el alimento. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias).

#### 2.2.13. Necesidades nutricionales

##### 2.2.13.1. Proteínas.

Los niveles proteicos en la alimentación están sujetos a varios factores, los principales son: tipo de cultivo, el peso, sea semiintensivo o intensivo, la función fisiológica (engorde o reproducción), tipo del alimento, la producción primaria y el factor económico.

**Tabla 4**

*Niveles óptimos de proteínas en función al peso del pez*

| Rango de peso (gramos) | Nivel óptimo de proteína (%) |
|------------------------|------------------------------|
| Larva a 0,5            | 40-45                        |
| 0,5 a 10               | 40-35                        |
| 10 a 30                | 30-35                        |
| 30 a 250               | 30-35                        |
| 250 a talla comercial  | 25-30                        |

*Nota.* Obtenido de Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias

### **2.2.13.2. Grasas**

Según el Manual de Crianza de Tilapias, los lípidos implementados en el alimento diario de la tilapia, cumplen dos funciones:

- Fuente de ácidos grasos esenciales.
- Fuente de energía metabólica.

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2,25 veces más que la proteína) y este está relacionado al nivel de proteína incluida en la dieta. El porcentaje de grasa debe estar en función al porcentaje de proteína, por ejemplo, para una cantidad de proteína del 35% es necesario el nivel de grasa de 4,5 a 6%, cuando la proteína sea del 40%, el nivel requerido será de 6 a 8% y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3 a 3,5% de grasa. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias)

### **2.2.13.3. Carbohidratos**

Se considera la fuente más barata de energía en la dieta, aparte de contribuir en la conformación física del pellet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben estar alrededor del 40%. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias)

### **2.2.13.4. Vitaminas**

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo que es necesario suplirlas en una dieta balanceada, ya que estas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que cumplen con la función de catalizar todas las reacciones metabólicas. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias).

### 2.2.13.5. Minerales

Los minerales son importantes ya que afectan directamente los procesos de osmorregulación, que es el intercambio de sales, también tienen por función la formación de huesos, escamas y dientes, los requerimientos en minerales son los siguientes:

**Tabla 5**

*Requerimiento de minerales en la dieta para la tilapia*

| <b>Mineral</b> | <b>Requerimiento en la dieta (mg/Kg)</b> |
|----------------|--|
| Calcio         | 0  |
| Fosforo        | 5-10                                     |
| Magnesio       | 0,5 – 0,7                                |
| Potasio        | 2,0                                      |
| Hierro         | 30                                       |
| Manganeso      | 2,4                                      |
| Cobre          | 5,0                                      |
| Selenio        | 0,1                                      |
| Cromo          | 1,0                                      |

*Nota.* Obtenido de Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias

### 2.2.14. Cultivo de la tilapia

López (2003) indica que esta especie es capaz de ser criada y cultivada en distintos medios siendo comúnmente el más usado los estanques, ya que cuenta con una alta tolerancia a una calidad de agua baja.

Generalmente se aplica el monocultivo, pero es capaz de desarrollarse cuando esta se encuentra como especie secundaria en policultivo.

### **2.2.14.1. Cultivo en estanques**

El cultivo en estanques se puede desarrollar en distintos grados de intensidad dependiendo las características físicas del estanque, según estas se pueden desarrollar distintos tipos de cultivo, teniendo los más resaltantes los siguientes mencionados a continuación:

#### **2.2.14.1.1. Estanques pequeños**

Según el Manuela de Crianza de Tilapias, indica que los estanques deben tener las siguientes características:

- Fáciles y rápidos para cosechar.
- El drenado y llenados se realiza de manera más rápida y eficiente.
- Control predatorio sencillo y eficiente.
- Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.
- Posibilidad de trabajar con densidades de siembra elevadas ya que su recambio es superior.
- Se facilita el tratamiento preventivo en cuanto a enfermedades.

#### **2.2.14.1.2. Estanques grandes**

- Costo menor de construcción por unidad de área.
- Se encuentran sujetos a la acción de los vientos, por ende, tiene menor susceptibilidad a problemas de oxigenación.

### **2.2.15. Sistemas de cultivo**

Los sistemas de cultivo se clasifican en los siguientes factores:

### **2.2.15.1. Según su densidad y manejo:**

#### **2.2.15.1.1. Cultivo extensivo**

Se realiza con la finalidad de aprovechamiento y futuro repoblamiento de cuerpos de agua, que puedan ser reservorios, pozas y embalses, dejando que los peces subsistan de la del alimento natural que se produzca en el área. La densidad de población se mantiene por debajo de un pez por metro cuadrado.

#### **2.2.15.1.2. Sistema semiintensivo**

Se practican en forma semejante al anterior sistema, pero en estanques contruidos por el mismo productor, donde se hace el abonamiento y alimento casero o esporádicamente concentrados. La densidad de siembra se encuentra entre 1 y 5 peces por metro cuadrado.

#### **2.2.15.1.3. Sistema intensivo**

Se efectúa con fines comerciales en estanques contruidos. Se realiza un control permanente de la calidad de agua. La alimentación se basa es concentrado con escasos niveles de abonamiento. La densidad de siembra final va de 5 a 20 peces por metro cuadrado, dependiendo del recambio y/o aireación suministrada al estanque.

#### **2.2.15.1.4. Superintensivos**

Este tipo de sistemas aprovechan al máximo la capacidad del estanque con relación al agua. El control de todos los factores es total y se le da especial importancia a la calidad del agua, nutrición y aireación. Se utilizan alimentos concentrados de alto nivel proteico y nada de abonamiento, las siembran suelen abarcar una cantidad promedio de 20 peces por metro cuadrado.

### **2.2.16. Sexado**

Uno de los problemas recurrentes en la crianza de tilapias es la excesiva reproducción, lo que causa sobrepoblación en el estanque y por ende la disminución del factor de crecimiento en los individuos.

Para evitar esta complicación, deben sembrarse únicamente ejemplares machos. Esta técnica es conocida como cultivo monosexo y se utiliza cuando se necesita obtener peces grandes para la venta. Se escogen machos porque crecen de mayor manera que las hembras.

El cultivo monosexual representa una mejor fuente de proteína y una mayor ganancia al productor. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias)

#### **2.2.16.1. Sexado natural**

Consiste en revisar la papila urogenital de individuos mayores de 10 cm, la hembra posee tres orificios mientras que el macho posee tan solo dos, para diferenciar se colorea la papila con violeta de genciana.

Este proceso puede resultar tedioso, manipula mucho al individuo además de no ser 100% efectivo, sin embargo, puede ser utilizado por piscicultores con recursos financieros limitados y poca experiencia en el cultivo. (Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias)

### **2.2.17. Sanidad acuícola**

Cantor Atlatenco (2007) indica que la tilapia es una especie que tiene gran resistencia fisiológica, por ende, hay poco riesgo de que sea afectada directamente por alguna enfermedad o infección es menor que en otras especies.

Sin embargo, las fases de cultivo y medidas sanitarias y de salud serán factores de suma importancia para evitar riesgos de mortalidad causada por enfermedades.

La densidad alta de crianza influye en la transmisión, particularmente cuando se trata de infecciones, estos casos suelen ser más frecuentes y a la vez son los que presentan mayores riesgos para los inversores acuícolas.

Algunos signos anormales que se presentan cuando existen enfermedades o infecciones se detallan a continuación:

- Letargo y pérdida parcial del apetito.
- Coloración fuera de lo normal.
- Agrupamiento en la superficie del estanque y respiración agitada.
- Producción excesiva de mucus, lo que da al pez una apariencia opaca.
- Pérdida creciente del equilibrio, presentando nado en espiral o vertical.
- Erosión en la piel o en las aletas.
- Exoftalmia (ojos salidos).

#### **2.2.18. Alimentación Suplementaria**

Los alimentos suplementarios compensan las deficiencias de nutrientes de los alimentos naturales en los estanques fertilizados y son el método de alimentación más común en los sistemas de cultivo semiintensivos. De Silva (1995) hace una revisión completa de las prácticas de alimentación suplementaria y de diversos alimentos suplementarios.

El uso de alimentos suplementarios genera aumentos significativos en la productividad de tilapia en comparación con los estanques que únicamente son fertilizados. Sin embargo, los piscicultores deben ser conscientes de la compleja interacción entre los alimentos disponibles de forma natural y los suplementarios, ya que una alimentación incorrecta puede conllevar pérdidas económicas.

La alimentación suplementaria debe administrarse cuidadosamente, conociendo el contenido nutricional de los ingredientes de los alimentos. Los alimentos complementarios pueden contener un solo ingrediente o combinaciones de éstos, bien sea simplemente mezclado o alternativamente molido y mezclado en una masa húmeda antes de suministrarlos.

## 2.2.19. Gallinaza

### 2.2.19.1. Generalidades

Se llama gallinaza al excremento o estiércol de las gallinas. Este excremento se considera como un excelente abono, calculándose su efecto superior en unas cuatro veces al estiércol normal de la cuadra. El excremento de gallina varía en riqueza fertilizante con las sustancias más o menos nitrogenadas que el animal ingiere pues su condición es omnívora.

Según De silva (1995) la gallinaza es un material que integra gran cantidad de nutrientes y micronutrientes aumentando la propagación de zooplancton en el estanque, lo que sirve de un alimento suplementario, la gallinaza en comparación con otros compuestos orgánicos presenta una mayor cantidad de contenido nutricional como se observa en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Comparación de contenido nutricional*

| Nutriente        | Estiércol Bovino (%) | Gallinaza (%) |
|------------------|----------------------|---------------|
| Nitrógeno        | 14,2                 | 34,7          |
| Fosforo          | 14,6                 | 30,8          |
| Potasio          | 34,1                 | 20,9          |
| Calcio           | 36,8                 | 61,2          |
| Magnesio         | 7,1                  | 8,3           |
| Sodio            | 5,1                  | 5,6           |
| Sales solubles   | 50                   | 56            |
| Materia Orgánica | 510                  | 700           |

*Nota.* Obtenido de Castellanos, L. (1980). Tilapia 2003: Evolución de 20 años, de la incertidumbre al Existo

Existen dos tipos de gallinaza según su composición, las cuales se detallan a continuación:

#### **2.2.19.1.1. Bombeables**

Aquellas que provienen generalmente de planteles de ponedoras en jaulas o gallinas reproductoras, las cuales son removidas con frecuencia y no poseen cuerpos extraños que interrumpen en el futuro proceso, objetos como plumas, metales, virutas, etc. Se considera una gallinaza fresca y no fermentada, ya que pasa directamente del plantel al proceso de secado, conservando en su composición una cantidad de Nitrógeno mayor.

#### **2.2.19.1.2. No bombeables**

Proviene de planteles de cría y levante, esta comúnmente compuesta de cuerpos extraños como paja, viruta, etc., los cuales menguan el contenido de Nitrógeno existente.

#### **2.2.19.2. Composición química de la gallinaza**

Debido a la variabilidad con la que pueden presentarse los residuos de excretas animales, es difícil hallar datos concordantes entre sí, ya que habrán muchos factores que influirán en su composición final, sin embargo, los subproductos de aves se caracterizan por su alto contenido de proteína cruda, la cual puede fluctuar entre 22,1 y 25,9%, pero, también este nivel puede ser bastante bajo llegando a valores promedio de 13,1%, causada por una alta proporción de material extraño o por contaminación con tierra al momento de obtenerla del galpón de aves.

Con relación al contenido de lípidos, este es bajo, resultando en niveles pobres de energía, la cual de acuerdo a distintos autores es una limitante importante de las excretas de aves para ser usado como recurso.

Ya que al presentar una amplia variación en su composición química debido a los factores que influyen en ella, se plantea la imperante necesidad de evaluar el recurso

de manera previa a su uso, con el fin de garantizar una precisión mayor al diseñar un proceso alimenticio. (Ríos de Alvares et al. 2005)

### 2.2.19.3. Comparación de la gallinaza con otras fuentes proteicas

En el siguiente cuadro se muestra la comparación de su composición química con la de fuentes tradicionales de proteína, tanto de origen animal como vegetal.

**Tabla 7**

*Comparación de la composición química de la gallinaza con otras fuentes de proteína*

| <b>Concepto</b>    | <b>Gallinaza<br/>deshidratada</b> | <b>Harina de<br/>pescado</b> | <b>Harina de<br/>Soya</b> | <b>Harina de<br/>algodón</b> |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Materia seca %     | 92,30                             | 81,00                        | 89,60                     | 89,90                        |
| Proteína %         | 25,25                             | 66,00                        | 41,00                     | 50,00                        |
| Energía M. Kcal/Kg | 1350                              | 2880                         | 2240                      | 2156                         |
| Fibra %            | 12,60                             | 1,00                         | 7,00                      | 12,70                        |
| Calcio%            | 6,90                              | 4,00                         | 0,25                      | 0,17                         |
| Fosforo %          | 2,90                              | 2,85                         | 0,60                      | 1,00                         |

*Nota.* Obtenido de Castellanos, L. (1980). Tilapia 2003: Evolución de 20 años, de la incertidumbre al Existo

### 2.2.19.4. Ventajas del uso de la gallinaza en alimentación animal

INTA (1996) indica que las ventajas más importantes que resultan del uso de la gallinaza como un complemento en la dieta alimenticia animal son las siguientes:

- Es un subproducto de bajo costo ya que comúnmente es eliminado de las granjas avícolas.
- Los únicos costos que incluye son el transporte y la mano de obra para el cargue y descargue.
- Es una excelente fuente alimenticia energética-proteica, de muy bajo costo.
- Es una buena fuente de minerales como es el fósforo y calcio.

- Posee efecto positivo sobre el consumo de materia seca.
- Su uso para alimentación animal reduce los riesgos de contaminación ambiental, ya que comúnmente es eliminada como deshecho en grandes cantidades en los predios baldíos o cuerpos de agua.

#### **2.2.19.5. Limitaciones en el uso de la gallinaza para alimentación animal**

Los principales limitantes para su uso como componen en la alimentación animal son los siguientes:

##### **2.2.19.5.1. Aspectos sanitarios**

Debido al uso de sustancias utilizadas para el crecimiento o producción acelerado en el proceso de crianza de las aves, la FDA (por sus siglas en español, Administración de Comida y Medicamentos) desde 1967, no permitía considerarlas como alimentos o componente alimenticio factible, debido a la posibilidad de hallar residuos de drogas provenientes de las medicinas usadas en los tejidos o subproductos de los animales alimentados con gallinaza, así como diferentes bacterias o virus provenientes de estos, provocando grandes riesgos para los animales. (Ríos de Álvarez. 2005)

##### **2.2.19.5.2. Elementos extraños y residuos tóxicos**

Ríos de Álvarez (2005) menciona que la presencia de elementos extraños, suelen ser bastantes comunes en el lugar de crianza de las aves (clavos, alambres, etc.), debido a la naturaleza de estos sistemas de crianza, también hay posibilidades de encontrar la presencia de residuos tóxicos provenientes de compuestos químicos capaces de dañar incluso al humano que consume la carne o productos del animal.

### **2.2.19.5.3. Nivel de humedad**

El nivel de humedad debe rondar el 12 y 25% para facilitar su manejo y posterior procesamiento, ya que caso contrario generaría mucho polvo lo que, al ser suministrado a los animales, disminuiría el consumo, por otro lado, si la humedad excede a lo antes mencionado, dificulta el mezclado con otras materias primas. (Ríos de Álvarez. 2005)

### **2.2.19.5.4. Emisión de olores**

Los olores producidos en los sistemas de crianza provienen en su mayoría como resultado de la degradación microbiana del ácido úrico y de las heces, esta suele variar con relación a la función de la humedad, temperatura y pH del subproducto. (Ríos de Álvarez. 2005)

### **2.2.19.6. Tratamientos Físicos**

#### **2.2.19.6.1. Tamizado**

Esta práctica es utilizada para eliminar los cuerpos extraños que puedan estar incluidos en el subproducto (clavos, piedras, alambres, etc.), los cuales perjudican no solo a los animales, sino que presentan un riesgo al equipo o maquinaria utilizada. (Ríos de Álvarez. 2005)

#### **2.2.19.6.2. Almacenamiento en montón**

Considerado el procedimiento más usado, por su facilidad al realizar y su bajo costo, consiste en apilar las excretas a una altura de 1,5 m, causando la deshidratación para así inactivar organismos patógenos, por lo que el riesgo de infección de los animales consumidores se reduzca, al realizarla de manera adecuada, puede llegar a una temperatura interna de 55°C, los cuales son suficientes para inhibir el crecimiento de elementos infecciosos o patógenos. (Ríos de Álvarez. 2005)

### **2.2.19.6.3. Secado natural o artificial**

Este método está dirigido a la reducción de humedad, lo que a la vez favorece la conservación y la reducción de microorganismos patógenos, lo que elimina también los malos olores y consecuentemente mejora la calidad del subproducto. (Ríos de Álvarez. 2005)

### **2.2.20. Uso de gallinaza en alimentación de tilapias**

El excremento de las aves de corral puede ser utilizado como abono o como suplemento alimenticio, se reconocen dos tipos de excretas, la primera de ellas es la gallinaza proveniente de las gallinas ponedoras o de producción, y la otra se conoce como pollinaza, la cual proviene de los pollos de engorde.

Según Labbé S. (2007) la gallinaza es rica en proteína, pero pobre en energía y vitaminas A y D; por eso se recomienda que dicho producto sea mezclado con ingredientes de alto valor energético, pero de igual manera, las excretas aportan de mayor forma otros tipos de sustentos.

Yacelga y Heredia (1998), indican que la calidad nutricional que presenta la gallinaza se debe a que los nutrientes pasan sin ser asimilados por el sistema digestivo de las aves, por lo que se puede dar un valor alimenticio si este producto es reciclado a las mismas aves, o utilizado en otras especies como suplemento alimenticio.

FAO (1994) señala que las tilapias se consideran importantes transformados de desechos y subproductos, estas son capaces de ingerir todo tipo de alimento que tengan a disposición, tenga el origen que tenga, por lo que la alimentación basada en desechos de animales es factible.

En regiones donde la producción avícola es dominante, el uso de excretas de ave como alimentación presenta una alternativa viable, tanto por su alta disponibilidad a lo largo del año, así como por su bajo costo.

### **2.3. Definición de términos**

#### **- Temperatura**

Todos los organismos acuáticos de aguas frías, templadas y cálidas susceptibles de cultivo, tienen un rango óptimo de temperatura, y comienzan a tener problemas con las temperaturas subóptimas (por debajo o por encima del rango óptimo) llegando a ser letales, ya que afecta directamente la tasa metabólica del pez. (Llangari 2007)

#### **- PH (Potencial de hidrogeno)**

La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que, a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8; 9 y 10. (Saavedra 2006)

#### **- Especie**

Consideramos una especie como una agrupación de organismos, los cuales comparten, por norma general, una serie de características morfológicas y anatómicas, un estilo de vida, y, bajo alguna manera de reproducción, pueden dar lugar a una descendencia viable y fértil similar a los progenitores. (De silva, 1995)

#### **- Gallinaza**

Se llama gallinaza al excremento o estiércol de las gallinas. Este excremento se considera como un excelente abono, calculándose su efecto superior en unas cuatro veces al estiércol normal de la cuadra. (De silva, 1995)

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Experimental – Cualitativa, buscando examinar el comportamiento de los fenómenos o hechos, a partir de operación de cambios intencionados en las variables que los componen.

##### 3.1.2. Caracterización del área de estudio

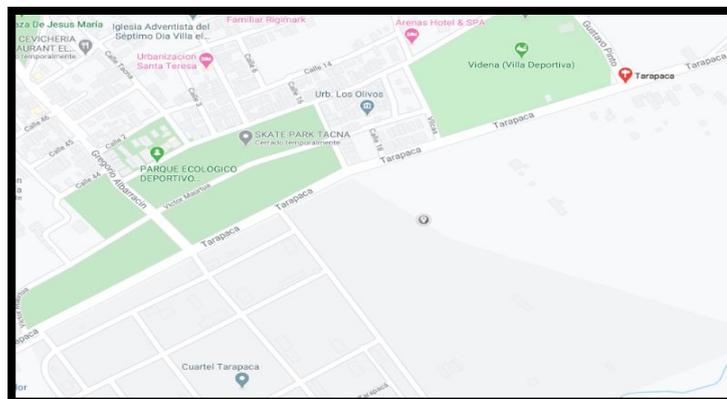
###### 3.1.2.1. Lugar de la investigación

Fundo la Vilcas de la Universidad Privada de Tacna UPT, Ubicado en la calle Tarapacá, pasos más arriba del cuartel Tarapacá.

**Coordenadas UTM** Latitud Sur: -18.022170      Latitud Oeste: -70.233142

#### Figura 7

*Ubicación Geográfica del lugar de Investigación*



### **3.2. Acciones y actividades**

El presente estudio de las Tilapias (*Oreochromis sp.*) constara de 2 fases: una fase de campo y de gabinete. En la primera de ellas se empleará un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, en un estanque de 5m<sup>2</sup> ubicado en el Fundo UPT, para la medición de parámetros los equipos que se usará serán Balanza gramera, Ictiómetro y Termómetro, en la segunda fase se llevarán los datos obtenidos al software estadístico STATGRAPHICS, para su comparación y respectiva evaluación. La fase de campo tendrá una duración de 60 días, entre los meses de setiembre y octubre del 2020, durante las primeras horas del día, la fase de gabinete tendrá una duración máxima de dos semanas correspondiente al mes de noviembre.

### **3.3. Materiales y/o instrumentos**

Para la evaluación en el campo se emplearán los siguientes materiales y equipos:

#### **3.3.1. Materiales de campo:**

- Libreta de campo
- Marcadores
- Huincha métrica
- Guantes
- Lona negra de 10m
- Baldes Plásticos
- Anzuelos e hilo de nylon
- Carpeta o folder de madera

**3.3.2. Equipos:**

- Ictiómetro
- Balanza gramera
- Termómetro
- Cintas de medición de pH
- Cámara digital
- Calculadora científica

**3.3.3. Infraestructura:**

- Un estanque de cemento de (3 x 2) m<sup>2</sup> y 1 m de profundidad.

**3.3.4. Especie**

- 30 especímenes de tilapia (*Oreochromis sp.*) de ambos sexos de 15 cm de longitud aproximadamente (equivalente a 60 gramos)

**3.3.5. Materias primas**

- Gallinaza

**3.4. Métodos****3.4.1. Factor en evaluación Gallinaza.****3.4.2. Tratamientos utilizados**

Se evaluó el efecto de tres niveles de suplemento, en este caso, gallinaza, como fuente alternativa proteica, en la elaboración de una dieta balanceada para tilapia (*Oreochromis sp.*), utilizando el subproducto antes mencionado como fuente principal de alimentación durante el tiempo de estudio.

### 3.4.3. Tabla de tratamientos

Se realizaron tres tratamientos los cuales se detallan a continuación:

- El tratamiento 1 considerara la primera y segunda evaluación.
- El tratamiento 2 considerara la tercera, cuarta y quinta evaluación
- El tratamiento 3 considerara la sexta, séptima y octava evaluación.

Para obtener la cantidad de alimento que se suministrara diariamente se usara el siguiente método:

- En primer lugar, se hallará el peso promedio del total de la población de peces.
- Seguidamente se identificará el peso promedio en el siguiente cuadro brindado por PRONAGRO (Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario):

**Tabla 8**

*Porcentaje de ración alimenticia respecto al peso en gramos de la población*

| <b>Peso en gramos</b> | <b>% Ración alimento</b> |
|-----------------------|--------------------------|
| 1-14                  | 10                       |
| 15-20                 | 6                        |
| 21-34                 | 5                        |
| 35-44                 | 4                        |
| 45-54                 | 3                        |
| 55-229                | 2,5                      |
| 230-330               | 2                        |
| 331-380               | 1,9                      |
| 381-432               | 1,8                      |
| 433-516               | 1,6                      |

*Nota.* Obtenido de FONDAPES (2012). Manual de cultivo de Tilapia, Sub proyecto programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas.

- Identificado el porcentaje de ración, se realiza el cálculo respecto a cada tratamiento.

- Tratamiento 1

Se tiene como población total 30 *Oreochromis sp.*, con un peso promedio de 48,56g, según la Tabla 8, la cantidad de ración alimenticia corresponde a un 3% del peso promedio, entonces:

$$48,56g \times 3\% = 43,70g \text{ de alimento al día.}$$

$$43,70 + 10\% = 48,07g \text{ de alimento al día.}$$

*Nota:* Se recomienda en el primer tratamiento agregar una cantidad de alimento adicional (5-10% del total), ya que los peces se encuentran en una fase de adaptación tanto al medio como al alimento.

- Tratamiento 2

La población total se mantiene en 30 *Oreochromis sp.*, con un peso promedio de 49,30g, según la Tabla 8, la cantidad de ración alimenticia corresponde a un 3% del peso promedio, entonces:

$$49,30g \times 3\% = 44,37g \text{ de alimento al día.}$$

- Tratamiento 3

La población total se mantiene en 30 *Oreochromis sp.*, con un peso promedio de 56,17g, según la Tabla 8, la cantidad de ración alimenticia corresponde a un 2,5% del peso promedio, entonces:

$$56,17g \times 2,5\% = 42,12g \text{ de alimento al día.}$$

Una vez halladas las raciones alimenticias adecuadas, se agrupa en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Tratamientos y cantidades de alimento a utilizar*

| <b>Tratamientos</b> | <b>Cantidades</b>                        |
|---------------------|--|
| T1                  | 48,07g dos veces al día (mañana y tarde) |
| T2                  | 44,37g dos veces al día (mañana y tarde) |
| T3                  | 42,12g dos veces al día (mañana y tarde) |

*Nota.* T1 = Tratamiento 1, T2= Tratamiento 2 y T3 = Tratamiento 3.

#### **3.4.4. Diseño experimental**

Se hizo uso un diseño Completamente al Azar con tres repeticiones; donde la letra T representa las diferentes cantidades de Gallinaza que se usara en el proceso de alimentación de las tilapias.

#### **3.4.5. Características del experimento**

- N° de tratamientos: 3
- N° de repeticiones: 3

#### **3.4.6. Análisis estadístico**

##### **3.4.6.1. Pruebas de significancia**

Se empleará la Tabla ANOVA y las pruebas de Múltiples Rangos en aquellos tratamientos que presenten diferencias significativas.

La tabla ANOVA usada como herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Es por lo tanto el test estadístico a emplear cuando se desea comparar las medias de dos o más grupos. Esta técnica puede generalizarse también para estudiar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable.

### 3.4.7. Variables evaluadas

#### 3.4.7.1. Variables cuantitativas

- Peso Final obtenido en gramos.
- Longitud Final obtenido en centímetros.
- Supervivencia (%).
- Peso Total de Gallinaza Suministrada expresado en gramos.
- Tasa de Crecimiento (% g/día)

### 3.5. Desarrollo de la evaluación

#### 3.5.1. Proceso de manejo de la Gallinaza

**Figura 8**

*Diagrama de flujo del proceso de Gallinaza*

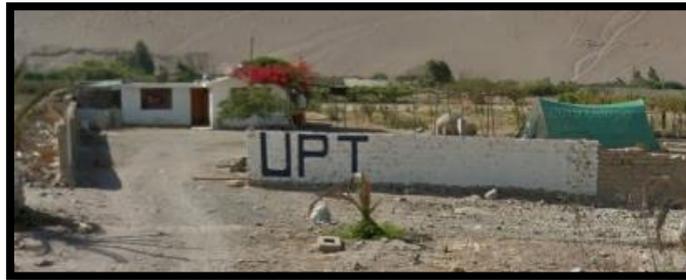


### 3.6. Proceso de desarrollo de la investigación

Para dar inicio a la investigación se realizó el reconocimiento de campo, visitando las pozas de almacenamiento situadas el Fundo las Vilcas de la Universidad Privada de Tacna, en las cuales se encontraban las tilapias a investigar.

**Figura 9**

*Visita al Fundo las Vilcas*



**Figura 10**

*Zona posterior de la poza*



**Figura 11**

*Poza de almacenamiento de agua*



A su vez, se identificó la zona de recolección de Gallinaza, subproducto que será utilizado en la investigación como suplemento alimenticio para las tilapias, este provendrá de los mismos corrales del Fundo donde se encuentran las gallinas ponedoras, el corral se divide en dos partes, la primera de ellas (Figura 12.) donde se encuentran las camas o nidos de las gallinas y la segunda (Figura 13.) donde se encuentran el resto de aves de corral.

**Figura 12**

*Zona nidal de gallinas ponedoras*



**Figura 13**

*Zona de aves de corral*



Para el uso de la gallinaza, se debe cumplir los procesos mencionados en Diagrama de flujo del manejo de la Gallinaza (Figura 8.), el proceso de recolección fue semanalmente, con la intención de recolectar gallinaza fresca, la cual se extendió sobre lona negra de aproximadamente 10m, en capas delgadas, seguidamente se mantuvo expuesta a la luz solar 7 horas durante dos semanas, con el fin de deshidratar y eliminar los microorganismos, conforme a la Figura 1.

**Figura 14**

*Recolección de Gallinaza*



**Figura 15**

*Adecuación de la lona para el secado*



Una vez deshidrata, se procede a triturar con la mano o con ayuda de un mortero, para así pesarla haciendo uso de la balanza gramera, es necesario evitar dejar trozos grandes de gallinaza, ya que, al usarlo como alimento, este será ignorado por los peces, sedimentando en la poza, contaminando así, la zona de cultivo

**Figura 16**

*Triturado manual de Gallinaza deshidrata*



**Figura 17**

*Pesado de la Gallinaza triturada*



Seguidamente se dio la adecuación y limpieza del estanque para la crianza, se hizo uso de una estructura de cemento de (3 x 2) m<sup>2</sup> y 1 m de profundidad.

**Figura 18**

*Adecuación del estanque de crianza*



**Figura 19**

*Limpieza del estanque*



Una vez adecuado se dio el llenado del estanque mediante el uso de una bomba, la cual llevaba el agua de la poza del Fundo directamente al lugar de crianza de las tilapias.

**Figura 20**

*Llenado del estanque*



Paralelamente se realizó la captación de los especímenes mediante el uso de cañas por la dificultad que había, ya que la poza tiene una profundidad de casi 5 metros, lo que dificulta el uso de redes. (Anexo 1, Figura 31 y Figura 32)

**Figura 21**

*Captación de tilapias en la poza del Fundo UPT*



**Figura 22**

*Captura de tilapias en la poza*



### 3.6.1. Inicio de pruebas

Se realizaron 8 evaluaciones a lo largo de los sesenta días, en las cuales se hizo el pesaje, la medición y el control de los parámetros fisicoquímicos semanalmente, los días viernes a las 09:00 am, las fechas se detallan en la siguiente línea de tiempo:

**Figura 23**

*Línea de tiempo de realización de evaluaciones*



### 3.6.2. Realización de evaluaciones

- Las evaluaciones se llevaron a cabo los días viernes de cada semana, a horas 09:00 de la mañana, con la finalidad de obtener datos reales, sin influencia de factores externos, los cuales puedan alterar los resultados que se desean obtener.
- Se llevó a cabo el sexado de cada individuo al momento de la extracción de la poza de almacenamiento de agua. (Anexo 1, Figura 33.)
- Para el pesaje de los peces, se utilizó una balanza gramera, según las especificaciones del Manual de Crianza de Tilapias, se evitó la manipulación excesiva del espécimen, así como la exposición prolongada de este al medio. (Anexo 1, Figura 34.)

- Para su medición y control semanal se usó un lctiómetro, el cual al igual que con el peso, se cumplió con las especificaciones recomendadas. (Anexo 1, Figura 35. y Figura 36.)
- Con respecto al control de parámetros fisicoquímicos, tanto el pH como la temperatura, tuvieron tres mediciones diferentes en el día, en cada evaluación realizada a la semana, con la finalidad de realizar una gráfica donde se represente su aumento y disminución con respecto al horario. (Figura 29 y Figura 30.)
- Se utilizó cintas medidoras de pH o indicadores de pH, para el control semanal, se hizo uso de estos tres veces al día, en horas de la mañana, medio día y en la tarde (09:00 am, 13:00 pm y 16:00 pm respectivamente), para la temperatura se usó un termómetro y al igual que el anterior parámetro se realizó en los mismos horarios.
- Con respecto al cálculo de la tasa de crecimiento se hizo uso de la siguiente formula:

#### **Fórmula 1**

*Tasa de Crecimiento*

$$Tasa\ de\ Crecimiento = \frac{Valor\ final - Valor\ inicial}{Valor\ Inicial} \times 100$$

- Para el cálculo del índice de supervivencia se usó la siguiente formula:

#### **Fórmula 2**

*Índice de Supervivencia*

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{N^\circ\ final\ de\ organismos}{N^\circ\ inicial\ de\ organismos} \times 100$$

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El análisis y procesamiento de los datos obtenidos serán recogidos, mediante el software estadístico (STATGRAPHICS), mediante este, se determinará el pH en el agua, la cantidad de oxígeno disuelto, la variación de temperatura, el tamaño y peso de los especímenes, así como la curva relacionada con la tasa de mortalidad de los peces, se realizará a su vez, pruebas comparativas múltiples con relación a los datos ya mencionados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Recolección de Datos

En el transcurso de los sesenta días, se realizaron 8 evaluación semanales, los cuales incluyen el pesado, la medición de longitud, sexado, toma de temperatura y de pH.

#### 4.1.1. Tratamiento 1 – Alimento 48,07g dos veces al día

**Tabla 10**

*Datos obtenidos del primer pesaje*

| N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   | N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   |
|----|----------|------------|--------|----|----------|------------|--------|
| 01 | 47       | 15,5       | Hembra | 16 | 57       | 16,3       | Macho  |
| 02 | 50       | 16,0       | Macho  | 17 | 46       | 14,9       | Hembra |
| 03 | 51       | 15,3       | Hembra | 18 | 48,5     | 15,0       | Hembra |
| 04 | 45,2     | 14,3       | Hembra | 19 | 45       | 15,5       | Hembra |
| 05 | 46,3     | 14,2       | Hembra | 20 | 49       | 15,2       | Hembra |
| 06 | 45       | 14,9       | Hembra | 21 | 51       | 14,7       | Hembra |
| 07 | 48,3     | 15,2       | Macho  | 22 | 52       | 15,6       | Macho  |
| 08 | 52       | 14,7       | Macho  | 23 | 50       | 15,5       | Hembra |
| 09 | 53       | 15,3       | Macho  | 24 | 48       | 14,5       | Macho  |
| 10 | 50       | 15,5       | Hembra | 25 | 45,4     | 14,9       | Hembra |
| 11 | 48       | 14,5       | Hembra | 26 | 46       | 14,7       | Hembra |
| 12 | 47,9     | 15,1       | Hembra | 27 | 49       | 15,5       | Hembra |
| 13 | 46       | 14,8       | Hembra | 28 | 48,2     | 14,9       | Hembra |
| 14 | 49       | 14,7       | Macho  | 29 | 49       | 15,3       | Hembra |
| 15 | 48       | 14,9       | Macho  | 30 | 46       | 15,5       | Hembra |

**Tabla 11***Resultados promedio - Primer pesaje*

|       | <b>Promedio</b>        | <b>Mayor valor</b> | <b>Menor valor</b> |
|-------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Peso  | 48,56 g                | 57 g               | 45 g               |
| Talla | 15,09 cm               | 16,3 cm            | 14,2 cm            |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |                    |                    |

**Tabla 12***Control de Parámetros – Primer pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 19°C               |
| Medio día(13:00pm) | 8         | 22°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 9         | 18°C               |

**Tabla 13***Datos obtenidos del segundo pesaje*

| N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   | N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   |
|----|----------|------------|--------|----|----------|------------|--------|
| 01 | 48,2     | 14,9       | Hembra | 16 | 49       | 14,9       | Macho  |
| 02 | 49       | 15,7       | Hembra | 17 | 46       | 14,8       | Hembra |
| 03 | 46       | 15,6       | Hembra | 18 | 47,9     | 15,6       | Hembra |
| 04 | 46       | 14,9       | Hembra | 19 | 48       | 14,9       | Macho  |
| 05 | 48,5     | 15,4       | Hembra | 20 | 49       | 15,5       | Hembra |
| 06 | 45       | 15,5       | Hembra | 21 | 50       | 15,5       | Hembra |
| 07 | 49       | 15,2       | Hembra | 22 | 53       | 15,3       | Macho  |
| 08 | 45,4     | 14,9       | Hembra | 23 | 52       | 14,9       | Macho  |
| 09 | 46       | 14,7       | Hembra | 24 | 48,3     | 15,6       | Macho  |
| 10 | 49       | 15,8       | Hembra | 25 | 45       | 14,9       | Hembra |
| 11 | 51       | 14,9       | Hembra | 26 | 46,3     | 14,4       | Hembra |
| 12 | 52       | 15,6       | Macho  | 27 | 45,2     | 14,3       | Hembra |
| 13 | 50       | 15,5       | Hembra | 28 | 51       | 15,3       | Hembra |
| 14 | 48       | 14,9       | Macho  | 29 | 50       | 16,2       | Macho  |
| 15 | 57       | 16,3       | Macho  | 30 | 47       | 15,5       | Hembra |

**Tabla 14***Resultados promedio – Segundo pesaje*

|       | Promedio               | Mayor valor | Menor valor |
|-------|------------------------|-------------|-------------|
| Peso  | 48,59 g                | 57 g        | 45 g        |
| Talla | 15,13 cm               | 16,3 cm     | 14,2 cm     |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |             |             |

*Nota.* Diferencia mínima en relación peso y longitud, ya que las dos primeras semanas son de adaptación al medio, así como al alimento, no se registró muertes de Tilapias

**Tabla 15***Control de Parámetros – Segundo pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 20°C               |
| Medio día(13:00pm) | 8         | 24°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 9         | 19°C               |

**4.1.2. Tratamiento 2 - Alimento 44,37g dos veces al día****Tabla 16***Datos obtenidos del tercer pesaje*

| <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> | <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------|
| 01        | 46,9            | 14,9              | Hembra      | 16        | 49,6            | 15,7              | Hembra      |
| 02        | 49,8            | 15,0              | Macho       | 17        | 48,4            | 14,9              | Hembra      |
| 03        | 50,2            | 15,6              | Hembra      | 18        | 48,5            | 15,6              | Hembra      |
| 04        | 49,1            | 14,9              | Macho       | 19        | 46,5            | 14,9              | Hembra      |
| 05        | 48,9            | 15,7              | Hembra      | 20        | 46,4            | 15,6              | Hembra      |
| 06        | 49,7            | 15,6              | Macho       | 21        | 46,8            | 14,8              | Hembra      |
| 07        | 53,3            | 15,0              | Macho       | 22        | 45,5            | 14,9              | Hembra      |
| 08        | 54,1            | 15,4              | Macho       | 23        | 49,4            | 15,2              | Hembra      |
| 09        | 50,9            | 15,5              | Hembra      | 24        | 45,9            | 15,5              | Hembra      |
| 10        | 48,2            | 15,6              | Hembra      | 25        | 58,1            | 16,3              | Macho       |
| 11        | 50,8            | 16,2              | Macho       | 26        | 48,6            | 15,0              | Macho       |
| 12        | 51,7            | 15,4              | Hembra      | 27        | 50,3            | 15,5              | Hembra      |
| 13        | 45,9            | 14,6              | Hembra      | 28        | 52,5            | 15,6              | Macho       |
| 14        | 46,9            | 14,6              | Hembra      | 29        | 51,4            | 14,9              | Hembra      |
| 15        | 45,6            | 14,9              | Hembra      | 30        | 49,2            | 15,8              | Hembra      |

**Tabla 17***Resultados promedio – Tercer pesaje*

|       | <b>Promedio</b>        | <b>Mayor valor</b> | <b>Menor valor</b> |
|-------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Peso  | 49,30 g                | 58,1 g             | 45,5 g             |
| Talla | 15,29 cm               | 16,3 cm            | 14,6 cm            |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |                    |                    |

**Tabla 18***Control de Parámetros – Tercer pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 22°C               |
| Medio día(13:00pm) | 8         | 24°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 9         | 21°C               |

**Tabla 19***Datos obtenidos del cuarto pesaje*

| N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   | N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   |
|----|----------|------------|--------|----|----------|------------|--------|
| 01 | 54,3     | 15,2       | Macho  | 16 | 49,4     | 15,2       | Hembra |
| 02 | 55,1     | 15,5       | Macho  | 17 | 49,5     | 15,7       | Hembra |
| 03 | 52,9     | 15,6       | Hembra | 18 | 51,2     | 15,6       | Hembra |
| 04 | 47,5     | 15,1       | Hembra | 19 | 49,9     | 15,2       | Macho  |
| 05 | 48,4     | 15,7       | Hembra | 20 | 49,9     | 15,7       | Hembra |
| 06 | 48,8     | 15,1       | Hembra | 21 | 49,7     | 15,6       | Macho  |
| 07 | 53,5     | 15,7       | Macho  | 22 | 51,6     | 15,8       | Hembra |
| 08 | 52,4     | 15,0       | Hembra | 23 | 46,9     | 15,3       | Hembra |
| 09 | 51,2     | 15,8       | Hembra | 24 | 49,8     | 15,4       | Macho  |
| 10 | 59,9     | 16,9       | Macho  | 25 | 48,9     | 15,8       | Hembra |
| 11 | 49,9     | 15,6       | Macho  | 26 | 46,9     | 14,9       | Hembra |
| 12 | 53,3     | 15,5       | Hembra | 27 | 46,6     | 15,7       | Hembra |
| 13 | 46,5     | 15,2       | Hembra | 28 | 49,2     | 15,6       | Hembra |
| 14 | 53,4     | 15,2       | Hembra | 29 | 53,8     | 16,2       | Macho  |
| 15 | 46,9     | 15,5       | Hembra | 30 | 54,7     | 15,4       | Hembra |

**Tabla 20***Resultados promedio – Cuarto pesaje*

|       | Promedio               | Mayor valor | Menor valor |
|-------|------------------------|-------------|-------------|
| Peso  | 50,73 g                | 59,9 g      | 46,5 g      |
| Talla | 15,46 cm               | 16,9 cm     | 15,0 cm     |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |             |             |

**Tabla 21***Control de Parámetros – Cuarto pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 22°C               |
| Medio día(13:00pm) | 7         | 25°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 8         | 23°C               |

**Tabla 22***Datos obtenidos del quinto pesaje*

| <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> | <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------|
| 01        | 50,4            | 15,9              | Macho       | 16        | 49,4            | 16,2              | Hembra      |
| 02        | 52,7            | 16,2              | Hembra      | 17        | 49,8            | 15,5              | Hembra      |
| 03        | 55,9            | 15,9              | Macho       | 18        | 53,9            | 16,2              | Hembra      |
| 04        | 54,9            | 15,8              | Macho       | 19        | 48,5            | 15,4              | Hembra      |
| 05        | 54,4            | 15,5              | Hembra      | 20        | 55,3            | 15,5              | Macho       |
| 06        | 48,9            | 15,8              | Hembra      | 21        | 53,2            | 15,7              | Hembra      |
| 07        | 51,5            | 16,1              | Hembra      | 22        | 50,9            | 15,5              | Macho       |
| 08        | 47,9            | 15,4              | Hembra      | 23        | 49,9            | 15,9              | Hembra      |
| 09        | 50,8            | 15,6              | Macho       | 24        | 50,4            | 15,5              | Hembra      |
| 10        | 54,8            | 16,3              | Macho       | 25        | 60,9            | 17,0              | Macho       |
| 11        | 55,2            | 15,7              | Hembra      | 26        | 50,9            | 15,6              | Macho       |
| 12        | 47,6            | 15,8              | Hembra      | 27        | 54,3            | 15,7              | Hembra      |
| 13        | 50,2            | 15,8              | Hembra      | 28        | 47,5            | 15,2              | Hembra      |
| 14        | 49,9            | 15,9              | Hembra      | 29        | 53,4            | 15,4              | Hembra      |
| 15        | 47,9            | 15,2              | Hembra      | 30        | 52,2            | 16,2              | Hembra      |

**Tabla 23***Resultados promedio – quinto pesaje*

|       | <b>Promedio</b>        | <b>Mayor valor</b> | <b>Menor valor</b> |
|-------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Peso  | 51,78 g                | 60,9 g             | 47,5 g             |
| Talla | 15,77 cm               | 17,0 cm            | 15,2 cm            |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |                    |                    |

**Tabla 24***Control de parámetros del quinto pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 23°C               |
| Medio día(13:00pm) | 8         | 25°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 8         | 24°C               |

## 4.1.3. Tratamiento 3 - Alimento 42,12g dos veces al día

Tabla 25

*Datos obtenidos del sexto pesaje*

| N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   | N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   |
|----|----------|------------|--------|----|----------|------------|--------|
| 01 | 52,6     | 16,2       | Hembra | 16 | 52,6     | 16,7       | Hembra |
| 02 | 56,6     | 16,5       | Hembra | 17 | 54,9     | 17,0       | Hembra |
| 03 | 50,9     | 16,3       | Hembra | 18 | 55,4     | 16,7       | Hembra |
| 04 | 54,1     | 16,7       | Macho  | 19 | 67,5     | 17,9       | Macho  |
| 05 | 57,2     | 17,4       | Macho  | 20 | 59,2     | 16,5       | Hembra |
| 06 | 55,9     | 16,5       | Macho  | 21 | 56,4     | 16,4       | Macho  |
| 07 | 56,5     | 16,9       | Hembra | 22 | 57,9     | 15,9       | Macho  |
| 08 | 54,9     | 17,3       | Hembra | 23 | 55,2     | 16,3       | Hembra |
| 09 | 52,3     | 17,3       | Hembra | 24 | 53,9     | 16,5       | Hembra |
| 10 | 58,4     | 16,4       | Hembra | 25 | 54,9     | 15,9       | Hembra |
| 11 | 52,1     | 16,9       | Hembra | 26 | 58,3     | 16,4       | Macho  |
| 12 | 59,3     | 16,4       | Hembra | 27 | 55,2     | 15,9       | Hembra |
| 13 | 54,0     | 16,9       | Hembra | 28 | 57,7     | 17,2       | Hembra |
| 14 | 53,1     | 16,7       | Hembra | 29 | 59,9     | 17,3       | Macho  |
| 15 | 57,9     | 16,9       | Hembra | 30 | 60,4     | 17,5       | Macho  |

Tabla 26

*Resultados promedio – Sexto pesaje*

|       | Promedio               | Mayor valor | Menor valor |
|-------|------------------------|-------------|-------------|
| Peso  | 56,17 g                | 67,5 g      | 50,9 g      |
| Talla | 16,69 cm               | 17,9 cm     | 15,9 cm     |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |             |             |

**Tabla 27***Control de Parámetros – Sexto pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 6         | 24°C               |
| Medio día(13:00pm) | 8         | 26°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 9         | 25°C               |

**Tabla 28***Datos obtenidos del séptimo pesaje*

| <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> | <b>N°</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>Sexo</b> |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------|
| 01        | 55,9            | 16,9              | Hembra      | 16        | 57,1            | 17,2              | Hembra      |
| 02        | 56,9            | 16,3              | Hembra      | 17        | 60,3            | 17,3              | Hembra      |
| 03        | 60,1            | 16,9              | Macho       | 18        | 57,1            | 17,7              | Hembra      |
| 04        | 57,2            | 16,5              | Hembra      | 19        | 56,1            | 16,9              | Hembra      |
| 05        | 59,9            | 17,4              | Hembra      | 20        | 59,7            | 17,7              | Hembra      |
| 06        | 57,6            | 17,1              | Macho       | 21        | 60,6            | 17,9              | Macho       |
| 07        | 58,2            | 17,5              | Hembra      | 22        | 63,4            | 17,7              | Macho       |
| 08        | 56,3            | 17,7              | Hembra      | 23        | 57,2            | 17,1              | Hembra      |
| 09        | 55,1            | 17,8              | Hembra      | 24        | 53,6            | 16,9              | Hembra      |
| 10        | 59,4            | 16,9              | Hembra      | 25        | 58,9            | 17,3              | Hembra      |
| 11        | 55,6            | 16,8              | Hembra      | 26        | 56,4            | 16,9              | Hembra      |
| 12        | 70,5            | 18,4              | Macho       | 27        | 57,9            | 17,0              | Hembra      |
| 13        | 60,2            | 16,9              | Hembra      | 28        | 54,9            | 16,8              | Hembra      |
| 14        | 59,4            | 16,8              | Macho       | 29        | 57,1            | 17,3              | Macho       |
| 15        | 60,1            | 16,3              | Macho       | 30        | 63,2            | 17,4              | Macho       |

**Tabla 29***Resultados promedio – Séptimo pesaje*

|       | <b>Promedio</b>        | <b>Mayor valor</b> | <b>Menor valor</b> |
|-------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Peso  | 58,49 g                | 70,5 g             | 53,6 g             |
| Talla | 17,17 cm               | 18,4 cm            | 16,3 cm            |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |                    |                    |

**Tabla 30***Control de Parámetros – Séptimo pesaje*

| <b>Horario</b>     | <b>pH</b> | <b>Temperatura</b> |
|--------------------|-----------|--------------------|
| Mañana (9:00am)    | 7         | 26°C               |
| Medio día(13:00pm) | 7         | 27°C               |
| Tarde(18:00pm)     | 9         | 25°C               |

**Tabla 31***Datos obtenidos del octavo pesaje*

| N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   | N° | Peso (g) | Talla (cm) | Sexo   |
|----|----------|------------|--------|----|----------|------------|--------|
| 01 | 59,4     | 17,3       | Hembra | 16 | 63,4     | 16,9       | Hembra |
| 02 | 60,2     | 17,9       | Hembra | 17 | 59,9     | 16,9       | Hembra |
| 03 | 58,9     | 17,8       | Hembra | 18 | 65,3     | 17,5       | Hembra |
| 04 | 60,1     | 18,0       | Macho  | 19 | 58,1     | 17,9       | Hembra |
| 05 | 64,1     | 18,3       | Macho  | 20 | 64,2     | 18,4       | Macho  |
| 06 | 59,6     | 18,2       | Macho  | 21 | 63,6     | 18,4       | Macho  |
| 07 | 62,2     | 17,9       | Hembra | 22 | 64,4     | 18,0       | Macho  |
| 08 | 59,3     | 18,2       | Hembra | 23 | 58,2     | 17,8       | Hembra |
| 09 | 60,1     | 17,9       | Hembra | 24 | 56,6     | 17,9       | Hembra |
| 10 | 58,6     | 17,4       | Hembra | 25 | 60,9     | 17,7       | Hembra |
| 11 | 74,5     | 18,9       | Macho  | 26 | 59,1     | 17,4       | Hembra |
| 12 | 65,2     | 17,9       | Hembra | 27 | 59,4     | 16,9       | Hembra |
| 13 | 63,4     | 17,4       | Macho  | 28 | 65,1     | 17,3       | Macho  |
| 14 | 60,2     | 17,3       | Hembra | 29 | 59,9     | 17,5       | Hembra |
| 15 | 62,7     | 18,5       | Hembra | 30 | 60,4     | 18,2       | Hembra |

**Tabla 32***Resultados promedio – Octavo pesaje*

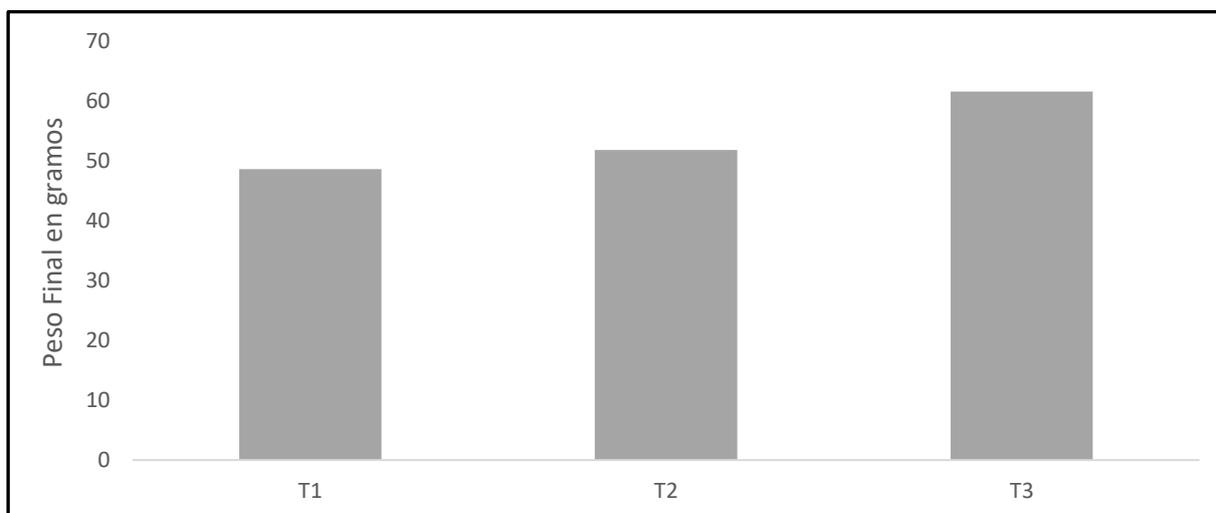
|       | Promedio               | Mayor valor | Menor valor |
|-------|------------------------|-------------|-------------|
| Peso  | 61,58 g                | 74,5 g      | 58,6 g      |
| Talla | 17,78 cm               | 18,9 cm     | 16,9 cm     |
| Sexo  | Machos = 9 Hembras =21 |             |             |

**Tabla 33***Control de Parámetros – Octavo pesaje*

| Horario            | pH | Temperatura |
|--------------------|----|-------------|
| Mañana (9:00am)    | 6  | 25°C        |
| Medio día(13:00pm) | 7  | 26°C        |
| Tarde(18:00pm)     | 8  | 23°C        |

**4.2. Peso final****Tabla 34***Datos de la variable Peso expresado en gramos*

| Tratamientos | Peso final | Mayor valor | Menos valor |
|--------------|------------|-------------|-------------|
| T1           | 48,59 g    | 57 g        | 45 g        |
| T2           | 51,78 g    | 60,9 g      | 47,5 g      |
| T3           | 61,58 g    | 74,5 g      | 58,6 g      |

**Figura 24***Pesos finales expresados en gramos*

*Nota.* T1 = Tratamiento 1, T2 = Tratamiento 2, T3 = Tratamiento 3

**Tabla 35**

*Análisis de varianza mediante la Tabla ANOVA*

| <b>Fuente</b> | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>Gl</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>Razón-F</b> | <b>Valor-P</b> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos  | 4666.21                  | 2         | 2333.1                | 203.57         | 0.0000         |
| Intra grupos  | 2716.24                  | 237       | 11.4609               |                |                |
| Total (Corr.) | 7382.45                  | 239       |                       |                |                |

- La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 203.57, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 36**

*Análisis de varianza mediante Pruebas de Múltiples Rangos*

Método: 95.0 porcentaje LSD

|        | <b>Casos</b> | <b>Media</b> | <b>Grupos Homogéneos</b> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| Peso 1 | 60           | 48.5767      | X                        |
| Peso 2 | 90           | 50.6067      | X                        |
| Peso 3 | 90           | 58.7567      | X                        |

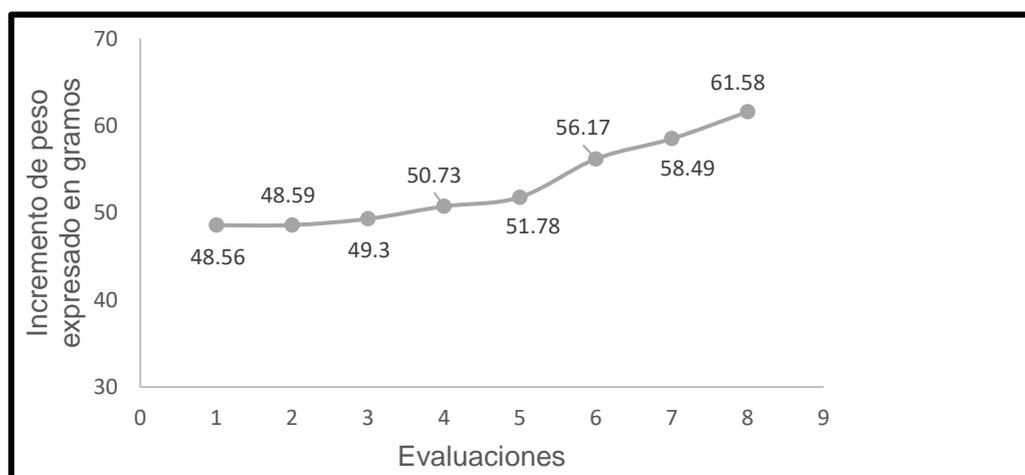
- Los resultados del análisis de Pruebas de Múltiples rangos, conforme a la Tabla 20, determinaron que existe diferencia estadística significativa con respecto a los tres tratamientos, este resultado se basa por la columna de Grupos Homogéneos donde las X's representan las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ya que ninguna de las tres se encuentra situada en la misma columna, significa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo el T3 el que presento mayor diferencia.

- El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

**Tabla 37***Análisis de contraste entre tratamientos*

| <b>Contraste</b> | <b>Sig.</b> | <b>Diferencia</b> | <b>+/- Límites</b> |
|------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| Peso 1 - Peso 2  | *           | <b>-2.03</b>      | 1.11156            |
| Peso 1 - Peso 3  | *           | <b>-10.18</b>     | 1.11156            |
| Peso 2 - Peso 3  | *           | <b>-8.15</b>      | 0.994206           |

- La Tabla 21, muestra la diferencia estimada entre cada uno de los tratamientos, agrupados en par, según la evaluación, el contraste que se da entre el T1 y el T3 (Segunda Columna) es el más significativo, dando mayor significancia a los resultados obtenidos en la Tabla 20.
- El asterisco que se encuentra en la columna colindante a las parejas, representa la diferencia estadística significativa de estas, al presentarse en los tres contrastes, quiere decir que se logró una diferencia estadística en cada tratamiento con un nivel del 95.0% de confianza.

**Figura 25***Incremento de peso de cada evaluación, durante el periodo de investigación*

### 4.3 Longitud final

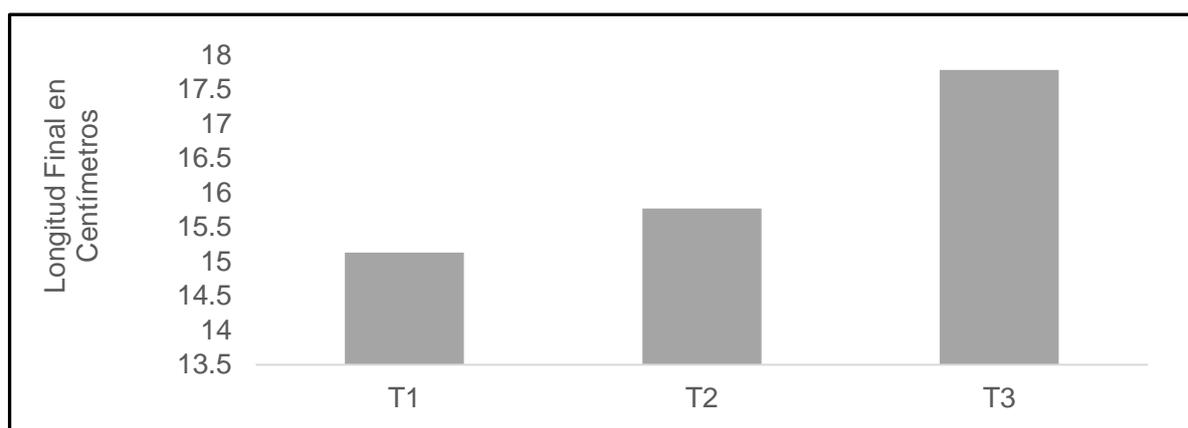
**Tabla 38**

*Datos de la variable Longitud expresado en centímetros*

| Tratamientos | Longitud final | Mayor valor | Menos valor |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| T1           | 15.13 cm       | 16.3 cm     | 14.2 cm     |
| T2           | 15.77 cm       | 17.0 cm     | 15.2 cm     |
| T3           | 17.78 cm       | 18.9 cm     | 16.9 cm     |

**Figura 26**

*Longitudes Finales*



*Nota.* T1 = Tratamiento 1, T2 = Tratamiento 2, T3 = Tratamiento 3

**Tabla 39**

*Análisis de varianza mediante la Tabla ANOVA*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 194.288           | 2  | 97.144         | 330.04  | 0.0000  |
| Intra grupos  | 69.7593           | 37 | 0.294343       |         |         |
| Total (Corr.) | 264.047           | 39 |                |         |         |

- Los resultados del análisis de la Tabla ANOVA, conforme a la Tabla 23, determinan que existe una diferencia estadística significativa ya que el valor-P es menor que 0.05.

**Tabla 40***Análisis de varianza mediante Pruebas de Múltiples Rangos*

Método: 95.0 porcentaje LSD

|        | <b>Casos</b> | <b>Media</b> | <b>Grupos Homogéneos</b> |
|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| Peso 1 | 60           | 15.1717      | X                        |
| Peso 2 | 90           | 15.5356      | X                        |
| Peso 3 | 90           | 17.2256      | X                        |

- Al igual que en la Tabla 20, los resultados del análisis de Pruebas de Múltiples rangos, determinaron que existe diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos, las X's representan las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ya que ninguna de las tres se encuentra situada en la misma columna, significa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo el T3 el que presento mayor diferencia con relación a los Tratamientos 1 y 2.
- Se usó, de igual manera, el método para discriminar entre las medias de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

**Tabla 41***Análisis de contraste entre tratamientos*

| <b>Contraste</b>  | <b>Sig.</b> | <b>Diferencia</b> | <b>+/- Límites</b> |
|-------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| Talla 1 - Talla 2 | *           | -0.363889         | 0.178134           |
| Talla 1 - Talla 3 | *           | -2.05389          | 0.178134           |
| Talla 2 - Talla 3 | *           | -1.69             | 0.159328           |

- La Tabla 25, muestra la diferencia estimada entre cada uno de los tratamientos, agrupados en par, según la evaluación, el contraste que se da entre el T1 y el T3 (Segunda Columna) es el más significativo, siendo una diferencia de 1.7 centímetros aproximadamente.
- El asterisco que se encuentra en la columna colindante a las parejas, representa la diferencia estadística significativa de estas, al presentarse en los tres contrastes, quiere decir que se logró una diferencia estadística en cada tratamiento con un nivel del 95.0% de confianza.

#### **4.4. Tasa de mortalidad y sobrevivencia**

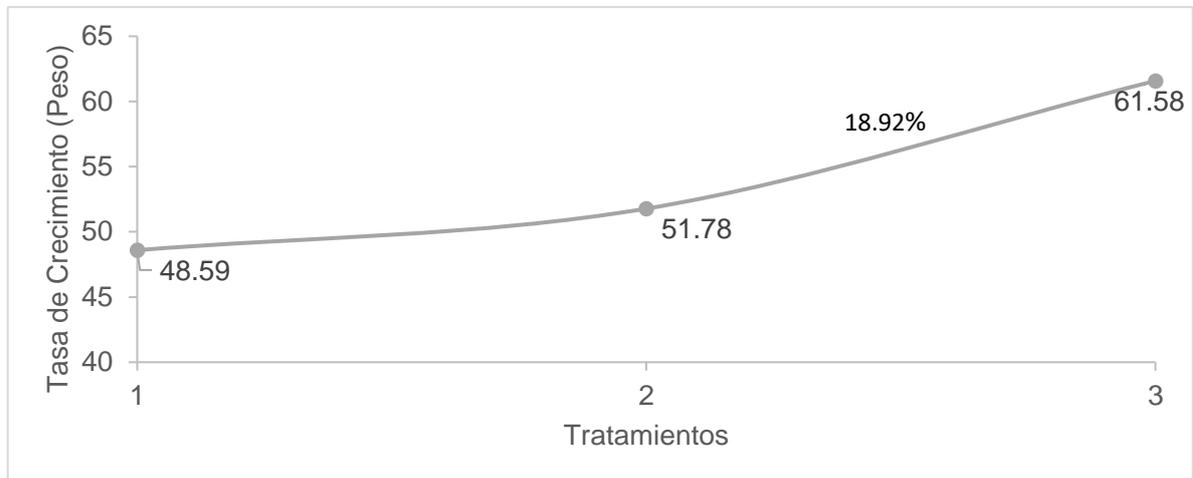
- En los sesenta días de investigación, no se reportó ningún caso de mortalidad en el estanque, por ende, la Tasa de Mortalidad es de 0%.
- Para hallar la sobrevivencia de los especímenes se usó la Formula 2.
- Ya que el N° final de organismos es igual al N° inicial, no hay variación, dando como resultado un porcentaje de sobrevivencia del 100%.

#### **4.5. Tasa de crecimiento**

- Mediante la Fórmula 1, se obtuvo una tasa de crecimiento, con relación al peso, de un 26,73% durante los 60 días de investigación, obteniendo en las tres últimas semanas el máximo valor, siendo este un 18.92%.

**Figura 27**

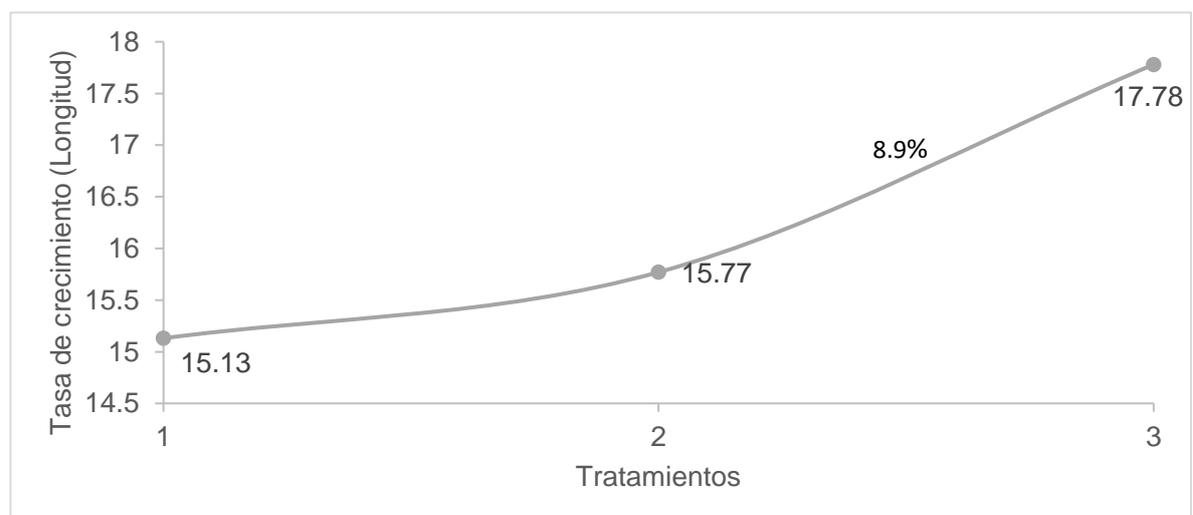
*Curva de ascenso con relación al peso*



- Con relación a la longitud, la Tasa de Crecimiento tuvo un 17.51% de inicio a fin, presentando el máximo porcentaje en las últimas semanas, siendo este el 8.9%.

**Figura 28**

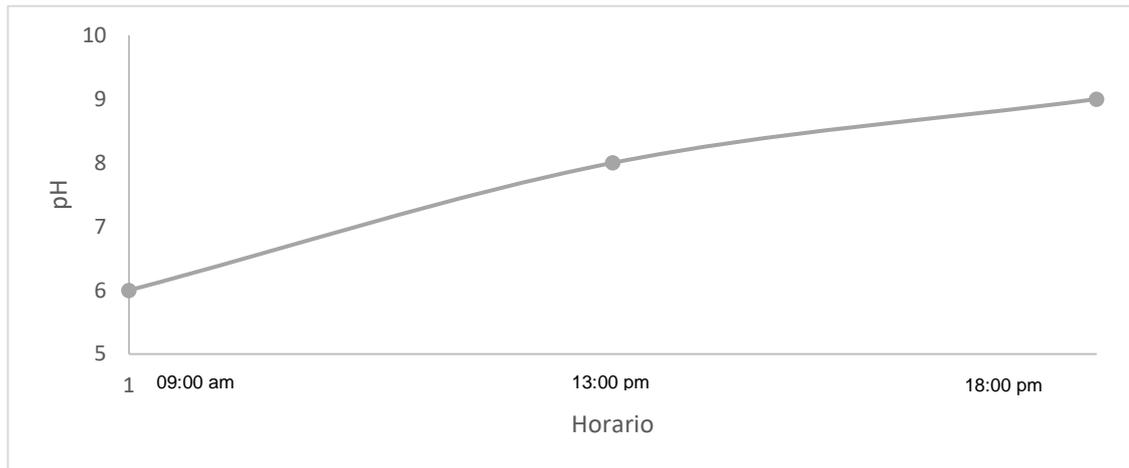
*Curva de ascenso con relación a la longitud*



#### 4.6. Parámetros fisicoquímicos

**Figura 29**

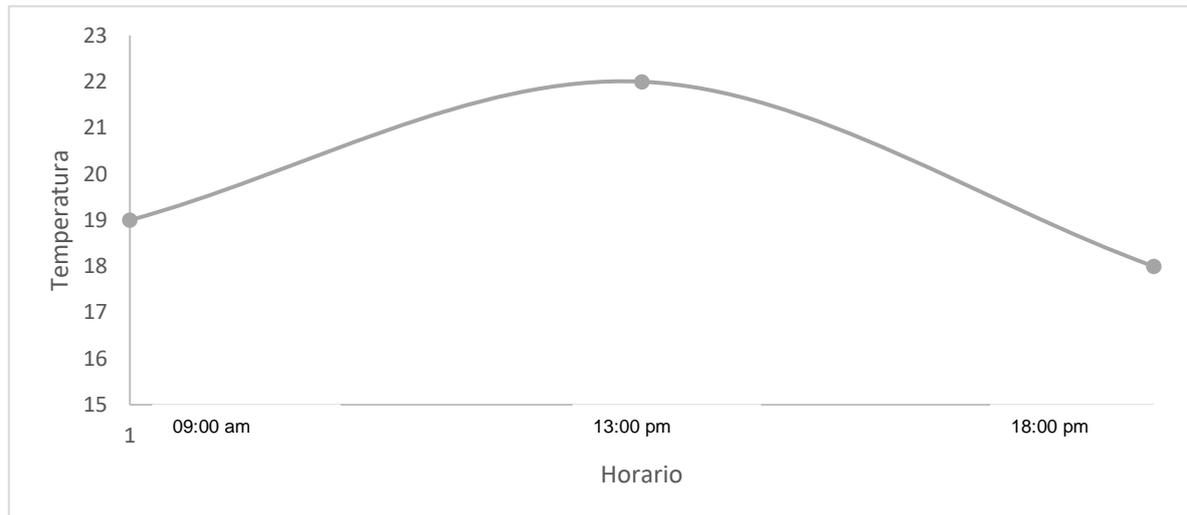
*Control de pH en el transcurso del día*



- Se realizaron 3 mediciones de pH cada día de pesaje, presentando el mínimo valor a tempranas horas del día (09:00 am), y el máximo a medio día, como se representa en la Figura 29, el cual representa el Primer pesaje realizado en la investigación.
- Según el Manual de Capacitación de FAO, el pH aumenta regularmente en el transcurso del día, alcanzando su máximo valor al atardecer, y su valor mínimo al amanecer, recomenzando la fluctuación cíclica, por diversos factores, como es la respiración animal, la carga proteica de los alimentos, y por la presencia de especímenes vegetales que a medida que la intensidad de la luz aumenta, su respiración aumenta con esta, así como la producción de dióxido de carbono.

**Figura 30**

*Control de temperatura en el transcurso del día*



- Al igual que el pH, se realizaron 3 mediciones de temperatura cada día de pesaje, presentando el mínimo valor al atardecer y el máximo a medio día, como se representa en la Figura 30, el cual representa el Primer pesaje realizado en la investigación.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

*Oreochromis sp.*, considerado una especie acuática de fácil crianza y reproducción, capaz de adaptarse a climas poco favorables, así como a una amplia gama de alimentos, entre ellos, incluidos la gallinaza proveniente de aves de corral (gallinas ponedoras).

La supervivencia de *Oreochromis sp.* en cautiverio ha sido aprovechada por los productores, ya que presenta una alta adaptabilidad en estos medios, logrando una tasa de mortalidad mínima, según Baltazar, P.M. & Palomino, A.R. (2004). Manual de Crianza de Tilapias.

El porcentaje de supervivencia que se obtuvo en la investigación fue del 100%, como se evidencia en los Resultados, los factores que influyeron en este resultado, fueron principalmente el corto tiempo de investigación, sumado a las condiciones favorables del ambiente que ocupaban, ya que es común disponer de una mayor cantidad de peces en poco espacio, como es mencionado en el Manual de Crianza de tilapias, se suele criar un aproximado de 10 especímenes por m<sup>2</sup>, a diferencia de esta investigación que dispuso de 5 a 6 peces por m<sup>2</sup>.

En cuanto al peso final de *Oreochromis sp.*, se obtuvo como resultado un incremento de 14,02g en sesenta días, estando dentro de lo correcto según el Manual de Crianza de tilapias, ya que menciona que en la fase de crecimiento se estima un peso promedio de 15-20g las 10 primeras semanas con un alimento balanceado comercial, se dio también, diferencia significativa entre Tratamientos, obteniendo la mayor significancia la comparación entre el primer Tratamiento (T1) y el último (T3), tal y como evidencia la Figura 24, así como la Tabla 12, el cual empareja tratamientos para realizar la diferencia significativa estadísticamente, dando como resultado la significancia más relevante las comparaciones de ambos tratamientos con un grado de certeza del 95%.

Con relación a la longitud final de *Oreochromis sp.*, se obtuvo un incremento de 2,70 cm a lo largo de la investigación, estando por debajo de los rangos óptimos de crecimiento, ya que el Manual de Crianza de Tilapia, indica que el crecimiento esperado en las primeras 10 semanas sea de 5 – 10 cm , en lo estadístico, se logró obtener una diferencia significativa entre los Tratamientos realizados, obteniendo un grado de mayor significancia en la comparación del primer y último tratamiento, como evidencia la Figura 25.

La tasa de crecimiento correspondiente al peso dio por resultado un 26,73% de crecimiento total en los sesenta días de investigación, como se menciona en la Figura 26, siendo el Tratamiento 3, el cual abarcaba las últimas semanas, el que dio mayor porcentaje, resultando este un 18,92% del total, dando a entender la correcta adaptación de la tilapia a la alimentación con gallinaza, las primeras semanas (T1), no se reportó un aumento significativo con relación al segundo tratamiento, ya que estas se consideran tiempo de adaptación al medio y al nuevo alimento que se le suministrara, con relación a la longitud, se obtuvo un porcentaje total de 17,51%, siendo el T3 el mayor valor con un porcentaje de 8,9% del total, Colpos (2007) menciona que para un correcto crecimiento es necesario alimentos balanceados, capaces de otorgarle al pez una cantidad de lípidos con relación a su biomasa, con respecto a la gallinaza, la cantidad de lípidos es menor al de los alimentos balanceados comerciales, por ende la tasa de crecimiento será menor, pero no significa que esta será nula, aun presentándose relación entre ambos factores, longitud y peso, no quiere decir que exista un incremento proporcional necesariamente.

Se realizó también la medición de parámetros fisicoquímicos, los cuales incluye el pH y la temperatura, para controlar la calidad del agua del estanque donde habitan los especímenes, las mediciones se realizaron con una balanza gramera y un Ictiómetro, se evidencio que el pH varía según el horario en el que se hace la medición (Figura 28), El manual de Crianza de la FAO, menciona que las condiciones más aptas para el crecimiento de las tilapias debe de tener una fluctuación de pH diaria entre los 6,5 al amanecer y 8,5 al atardecer, para así favorecer su optimo crecimiento y no dificultar su reproducción, como se evidencia en la Figura 28, los limites obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aconsejados, influyendo de manera positiva en el correcto crecimiento de los peces.

El manual de Crianza de la FAO menciona que uno de los principales parámetros es la temperatura, ya que el crecimiento y la actividad de los peces dependen de esta, mediante la investigación se obtuvo una fluctuación de temperatura diaria, de entre 19 a 27 °C, siendo un parámetro dentro de lo deseable, ya que se encuentra en los límites necesarios. (Figura 29).

Se evidencia mediante la evaluación, que la gallinaza proporciona al pez la cantidad de proteínas necesarias para su crecimiento en peso, pero con relación a la longitud, carece de las propiedades necesarias para llegar a los rangos óptimos de crianza , la gallinaza puede usarse como alimento complementario, pero no sustituye por completo al alimento balanceado, ya que para obtener un crecimiento totalmente eficaz es necesario una cantidad mayor de propiedades en el alimento, a la par, se demostró que tanto el pH como la

temperatura influyen de manera positiva en el crecimiento del pez, ya que le proporcionan un ambiente favorable para su desarrollo y reproducción,

## CONCLUSIONES

- Para la formulación de un alimento balanceado es necesario el implemento de sustratos que abarquen por completo cada una de las necesidades de los especímenes, el uso de la gallinaza dio como resultado un óptimo rendimiento con relación al peso de *Oreochromis sp.*, ya que este subproducto aporta un gran porcentaje de proteínas para su desarrollo, pero carece de grasas, parte importante para el desarrollo ya que esta aporta el valor energético, al no contar con la suficiente, la longitud de estos se ve afectada.
- Con relación al peso promedio final, es decir, el peso obtenido para cada tratamiento realizado en el transcurso de los 60 días de investigación, se obtuvo resultados favorables, estando dentro de los límites recomendados, con un porcentaje promedio de 26.73%, aproximadamente, de tasa de crecimiento, evidenciando la efectividad de la gallinaza para el incremento del peso.
- Respecto a la longitud, se registraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, se obtuvo un crecimiento por debajo de lo recomendado, evidenciando la carencia de propiedades energéticas de la gallinaza, obteniendo una cantidad promedio del 17.51% de crecimiento en los 60 días de investigación.
- En cuanto a la variable de la sobrevivencia, esta dio como resultado que no hay diferencias significativas entre tratamientos, lo que quiere decir que la adición de la gallinaza como único alimento, no influye en la sobrevivencia de la población, obteniendo un 100% de sobrevivencia en el transcurso de los 60 días, evidenciando también, la alta adaptabilidad de *Oreochromis sp.* a la inclusión de distintos tipos de alimentos.
- En lo referente a los parámetros físico químicos, la investigación dio como resultado un ambiente óptimo para el desarrollo adecuado de la población de peces, obteniendo datos dentro de lo recomendado, permitiendo así, la sobrevivencia y el crecimiento de los especímenes, evidenciando la influencia positiva de estos en la crianza de *Oreochromis sp.*

## RECOMENDACIONES

- La gallinaza, debido a su alto valor nutricional y proteico, puede contribuir con el 70% de las fuentes proteicas requeridas en la alimentación de tilapias, aportando gran cantidad de beneficios.
- La Ciudad de Tacna cuenta con zonas rurales donde se desarrolla la actividad avícola, por consiguiente, produce grandes cantidades de gallinaza, a las cuales deben dárseles una utilidad extra en los diferentes sectores, evitando así, los efectos de contaminación que conllevarían su mala disposición.
- Es necesario fomentar la realización de investigaciones con relación a la elaboración de dietas balanceadas para peces, sustituyendo algunos alimentos comerciales con altos costos.
- Con relación al tipo de gallinaza a usar, es recomendable utilizar gallinaza de jaulas de ponedoras, ya que este subproducto, está libre, en su mayoría, de materiales contaminantes, que dificultan los diferentes procesos.
- Debe investigarse la adición de la gallinaza en dietas alimenticias sometidas a procesos industriales.
- Para lograr obtener coeficientes de variación coherentes, es recomendable contar con una población de investigación mayor a 20 especímenes, con características físicas similares, así como también usar métodos de medición exactos que determinen valores reales.
- Para el correcto acondicionamiento de la gallinaza por acción directa del sol, hay que cerciorarnos de separar todos los elementos extraños o contaminantes, para luego poder dispersar el subproducto sobre lona negra procurando removerla de manera frecuente para evitar así la propagación de insectos o malos olores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akiyama, D. (1995). *Nutrición, alimentos y alimentación de los peces*, Soyanoicias.
- Antonio Freire, L. (2015). *Evaluación del uso de Balanceado orgánico vs el alimento industrial sobre la conversión alimenticia de la Oreochromis sp (Tilapia) criada en cultivo intensivo*.
- Bermúdez, Muñoz- Ramírez, G. A. Wills. (2012). *Evaluación de un sistema de alimentación Orgánico sobre el desempeño productivo de la Tilapia Nilótica (Oreochromis niloticus) cultivada en estanques de tierra*, Departamento de Producción animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Busacker, P. (1990). *Methods for Fish Biology. American Fisheries Series 13. Great Britain, 684 pp. United States*.
- Cantor, F. (2007). *Manual de producción de tilapia*, Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla.
- Calderón, C. (2006). *Cultivo de tilapia y gamitana en jaulas flotantes en el Lago sauce, región san Martín - Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica Gerencia de Acuicultura*, Primera Edición, Lima-Perú.
- Castellanos, L. (1980). *Tilapia 2003: Evolución de 20 años, de la incertidumbre al Existo*, Cali – Colombia.
- CTAQUA (2014). *Alimentación optimizada para tilapia nilótica (oreochromis niloticus) de Senegal*, Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía.
- De Silva, S.S. (1995). *Supplementary feeding in semi-intensive aquaculture systems. FAO Fisheries Technical Paper (Alimentación suplementaria en sistemas de acuicultura semiintensiva - Documento técnico de pesca de la*

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FONDEPES (2004). *Manual De Cultivo De Tilapia Proyecto De Apoyo Al Desarrollo Del Sector Pesca Y Acuícola Del Perú*, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (1994). *Manual de piscicultura artesanal en agua dulce*. Roma, IT, s.e. 208 p. (Serie FAO: Capacitación, N° 24).

FONDEPES (2011). *Manual del Participante Cultivo de Tilapia en Estanques Rústicos* (2011), Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero

FONDEPES (2012). Manual de cultivo de Tilapia, Sub proyecto programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Perú. Recuperado en: [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual\\_tilapia.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf)

Gómez, R. (2013). *Efecto de tres niveles de densidad (peces/m<sup>2</sup>) en el período de juveniles a adultos de tilapia (Oreochromis niloticus) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna – Perú.*

INTA (1996). Utilización de Gallinaza en la Alimentación Bovina. Funica.org. Disponible en: [http://www.funica.org.ni/docs/product\\_ani\\_19.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/product_ani_19.pdf)

Kubaryk, J. (1997). *Nutrición de Tilapia: Alternativa para alimentar camarones*, Universidad de Puerto Rico.

- Klinge, O. (2000). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de un centro de cultivo de tilapia roja y procesamiento como filete fresco con fines de exportación*, Lima, Universidad Nacional Agraria.
- Lorenzo, J. (2011). *Tesis Efecto de tres métodos de cocción sobre el contenido nutricional de la mojarra Tilapia (Oreochromis sp.)*, México.
- López, A. (2003). *Piscicultura y acuarios, Generalidades, lagunas y truchas, evaluación de lagunas y producción extensiva de truchas*. Lima, PE, Ripalme.
- Llangarí, J. (2007). *Modulo Tecnologías productivas, Proyecto Sasiku, Puyo – Paztasa*.
- Maradiegue, R., Farro, E., Escala, J., Yi, D. (2005). *Planeamiento Estratégico para la Producción y comercialización de Tilapias*, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mantilla Mendoza, B. (2004). *Acuicultura: Cultivo de truchas en jaulas flotantes*. Lima, PE.
- MINSA (2017). *Evaluación Anual de la Estrategia sanitaria de alimentación y nutrición saludable año 2017*, Ministerio de Salud.
- Morales, A. (2003). *Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia*. Ed. AGT Editor. S. A. 4ta ed., México D.F.

- Noel, W. (2003). *Formulación y Elaboración de Dietas para Peces Y Crustáceos*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Paúl M. (2007). Centro de Acuicultura Tambo de Mora, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Scielo Perú. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332007000100022](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000100022)
- Poot-López, G.R., Gasca-Leyva, E., Olvera-Novoa, M.A. (2012). *Producción de tilapia nilótica (Oreochromis niloticus L.) utilizando hojas de chaya (Cnidocolus chayamansa McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado*.
- Pokniak (1997). *Manual de Nutrición animal*, Primera Edición, 1997, Madrid-España.
- Ríos de Álvarez, L; Combellas, J de; Álvarez, R. (2005). *Revisión: Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos*.
- Saavedra, M. (2006). *Manejo del cultivo de tilapia*. Managua, Nicaragua.
- Sánchez, Palma Carmen (2013). *Efecto de tres niveles de proteínas en el desarrollo del periodo de alevinaje de tilapia chitralada (Oreochromis niloticus) en tanques de eternit en la U.N.J.B.G. Tacna, Tacna, Perú*.
- Torres Novoa, M.A(2012). *Cowpea (Vigna unguiculata) proteína concentrada como reemplazo para alimento de pescado en dietas para tilapias Oreochromis niloticus*, España.

**ANEXO 1****Figura 31.**

*Captura de Tilapia de la poza de almacenamiento*

**Figura 32.**

*Captura de Tilapia mediante el uso de anzuelos e hilos de nylon*



**Figura 33.**

*Sexado de Tilapias*



**Figura 34.**

*Pesaje de Tilapias*



**Figura 35.**

*Medición de Tilapias*



**Figura 36.**

*Control de Tamaño semanal*



## ANEXO 2

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TÍTULO PROBABLE:  |   | “EVALUACIÓN DE UNA DIETA ALIMENTICIA SUPLEMENTARIA USANDO GALLINAZA PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA TILAPIA ( <i>Oreochromis sp.</i> ) EN EL FUNDO LAS VILCAS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA”                     |  |             |   |   |
|---|---|--|--|-------------|---|---|
| PROBLEMA  | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | DIMENSIONES | INDICADOR   | METODOLOGÍA   |
| <p><b>Problema general</b></p> <p>¿De qué manera la implementación de una dieta suplementaria basada en gallinaza repercutirá en el incremento de rendimiento en el proceso de cultivo de la Tilapia?</p> | <p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar una dieta alimenticia suplementaria utilizando gallinaza como fuente alternativa de proteína en el cultivo de la tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>)</p> | <p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La dieta a base de gallinaza como alimento suplementario influirá en el incremento de rendimiento (longitud, peso y tasa de crecimiento de las tilapias) durante el proceso de cultivo de la Tilapia.</p> | <p><b>Variable independiente</b></p> <p>-Temperatura del agua<br/>-PH del agua</p> | Regional    | La crianza de la tilapia por ser un pez omnívoro, de fácil manejo constituye una buena alternativa. | Actualmente en el mundo se viene cultivando dicha especie, en forma extensiva y semi extensiva como cultivo multipropósito con un manejo técnico                                    |
| <p><b>Problemas específicos</b></p>   | <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>- Formular un alimento balanceado mediante el uso de la gallinaza</p>  | <p><b>Hipótesis específica</b></p>   | <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>-Porcentaje de Gallinaza en la dieta</p>     |             | Actualmente en Tacna, específicamente en zonas rurales, se viene cultivando dicha especie,          | Actualmente en las zonas rurales de Tacna se viene cultivando dicha especie, en pozas de almacenamiento de agua sin un manejo técnico, agricultor que también cuenta con la cría de |

|   |   |  |  |              |  |  |
|---|---|--|--|--------------|--|--|
| <p>¿La implementación de gallinaza como alimento balanceado afectará en el peso y la longitud de las Tilapias?</p> <p>¿La implementación de gallinaza como alimento balanceado afectará en el tiempo y tasa de mortalidad de las Tilapias?</p> <p>¿Variara el pH y temperatura del sustrato (agua) con la implementación de gallinaza como alimento balanceado?</p> | <p>proveniente de las aves de corral (gallinas ponedoras) del Fundo "Las Vilcas" de la Universidad privada de Tacna.</p> <p>- Controlar el incremento de peso, longitud promedio y la tasa de crecimiento, al inicio y al final de la investigación luego de sesenta días.</p> <p>- Evaluar la calidad del agua mediante los parámetros fisicoquímicos; pH y temperatura, evaluando la influencia que tienen en la crianza de tilapias.</p> | <p>H: El porcentaje de sobrevivencia de <i>Oreochromis sp.</i> utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es menor comparado con un alimento comercial.</p> <p>H: El incremento de peso de <i>Oreochromis sp.</i> utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es mayor comparado con un alimento comercial.</p> <p>H: El incremento de longitud de <i>Oreochromis sp.</i> utilizando gallinaza como única dieta alimenticia es mayor comparado con un alimento comercial.</p> | <p>-Peso obtenido por el uso de la gallinaza</p> <p>-Longitud obtenida por el uso de la gallinaza</p> <p>-Tasa de Mortalidad que presenta durante la crianza</p> | <p>Local</p> | <p>en pozas de almacenamiento de agua sin un manejo técnico.</p> | <p>animales menores siendo la utilización de las excretas una alternativa proteica</p> |
|---|---|--|--|--------------|--|--|