



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“ESTUDIO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA PARA LA CRIANZA DE
TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*) EN LA PARROQUIA FÁTIMA,
PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: JOSÉ LUIS MELO BENAVIDES

DIRECTOR: Ing. MARCELO MOSCOSO, PhD.

Riobamba – Ecuador

2022


©2022, José Luis Melo Benavides

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **JOSÉ LUIS MELO BENAVIDES**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.




Riobamba, 25 de abril de 2022



José Luis Melo Benavides
230045990-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Trabajo Experimental, “**ESTUDIO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA PARA LA CRIANZA DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*) EN LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA**”, realizado por el señor: **JOSÉ LUIS MELO BENAVIDES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos, científicos, técnicos, legales, en tal virtud, el tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-25
Ing. Marcelo Eduardo Moscoso Gómez, Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-25
Ing. Luis Antonio Velasco Matveev, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-04-25

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios por estar en todo momento conmigo y por permitirme llegar hasta este punto que es el más importante en mi formación profesional, a mis padres que son el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño, amor y su apoyo incondicional en todo momento, a mis hermanos por llenar mi vida de sus valiosos consejos y su apoyo constante en toda esta etapa.

De igual manera quiero dedicar esta tesis a Mishell quien estuvo conmigo en las buenas y en las malas brindándome su apoyo, paciencia y amor. Gracias por jamás dejar de creer en mí, por todo eso, siempre la llevo en mi corazón.

José

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios y a la Virgen María por todas las bendiciones recibidas día a día, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de enriquecerme de conocimientos que me ayudarán en mi vida profesional y personal, también a mi director de tesis el Ing. Marcelo Moscoso, PhD., quien con su experiencia y conocimientos me oriento en la elaboración de mi trabajo de titulación, de igual manera a mi tutor el Ing. Antonio Velasco M., M.Sc, que con su motivación y consejos me brindo toda la ayuda necesaria para culminar mi tesis.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la familia Garrido Llerena por todo el apoyo y cariño que me brindaron en esta última etapa de mi carrera profesional.

José

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Introducción de la tilapia en Ecuador.....	4
1.3. Impacto ecológico y económico de la tilapia en el Ecuador.....	5
1.4. Generalidades de las tilapias.....	6
1.5. Clasificación taxonómica.....	6
1.6. Biología de la tilapia.....	8
1.6.1. <i>Morfología externa</i>	8
1.6.2. <i>Hábitos alimenticios</i>	8
1.6.3. <i>Caracteres sexuales</i>	9
1.7. Biología reproductiva.....	9
1.8. Sistema y estrategia de emparejamiento.....	10
1.9. Competición y territorialidad.....	11
1.10. Estacionalidad del aparejamiento.....	12
1.11. Aspectos de dinámica de población.....	12
1.12. Temperamento.....	13
1.13. Requerimientos medioambientales.....	13
1.13.1. <i>Temperatura</i>	14
1.13.2. <i>Oxígeno</i>	14
1.13.3. <i>pH/ Turbidez</i>	14
1.13.4. <i>Luz o Luminosidad</i>	14
1.14. Sistemas de cultivo.....	14
1.14.1. <i>Sistema extensivo</i>	14

1.14.2.	<i>Sistema semi intensivo</i>	15
1.14.3	<i>Sistema intensivo</i>	15
1.14.4.	<i>Sistema súper intensivo</i>	16
1.15.	Densidad de siembra	17
1.16.	Etapas de vida de la tilapia	18
1.17.	Crecimiento	18
1.18.	Rendimientos	19
1.19.	Apariencia y sabor	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	20
2.1.	Localización y duración del experimento	20
2.2.	Unidades experimentales	20
2.3.	Materiales, equipos e insumos	20
2.3.1.	<i>Materiales</i>	20
2.3.2.	<i>Equipos</i>	21
2.3.3.	<i>Insumos</i>	21
2.4.	Tratamientos y diseño experimental	21
2.5.	Esquema del experimento	21
2.6.	Mediciones experimentales	22
2.7.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	22
2.8.	Esquema del ADEVA	22
2.9.	Procedimiento experimental	23
2.10.	Acondicionamiento de los estanques	23
2.11.	Siembra	24
2.12.	Alimentación	24
2.13.	Metodología de evaluación	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1.1.	Evaluación de los parámetros productivos	27
3.1.1.2.	<i>Peso final (g)</i>	29
3.1.1.3.	<i>Consumo de alimento (g)</i>	31
3.1.1.4.	<i>Ganancia de peso (g)</i>	32

3.1.1.5.	<i>Conversión alimenticia</i>	34
3.1.1.6.	<i>Mortalidad %</i>	36
3.1.1.7.	<i>Costo unitario de producción</i>	37
3.1.1.8.	<i>Análisis económico</i>	37
CONCLUSIONES		39
RECOMENDACIONES		40
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica de la Tilapia.....	7
Tabla 2-1:	Referencia para siembra de alevinos de Mojarra roja en estanques con recambio constante de agua.	17
Tabla 3-1:	Clasificación de las tilapias por etapas mediante talla, peso y tiempo.	18
Tabla 4-2:	Condiciones meteorológicas de la parroquia Fátima.....	20
Tabla 5-2:	Esquema del Experimento	22
Tabla 6-2:	Esquema del ADEVA.....	22
Tabla 7-3:	Respuesta de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.	28
Tabla 8-3:	Análisis económico	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Estanques experimentales.....	24
Gráfico 2-3:	Peso Inicial (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m ²) en la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	27
Gráfico 3-3:	Peso Final (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m ²) en la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	29
Gráfico 4-3:	Regresión de la ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	30
Gráfico 5-3:	Consumo de alimento (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	31
Gráfico 6-3:	Ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m ²) en la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	33
Gráfico 7-3:	Regresión de la ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	34
Gráfico 8-3:	Conversión alimenticia de las diferentes densidades de (4, 6, 8 peces/m ²) en la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	34
Gráfico 9-3:	Regresión de la conversión alimenticia de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	36
Gráfico 10-3:	Mortalidad %, de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m ²) en la crianza de Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp</i>).....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PESO INICIAL (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA.
- ANEXO B:** PESO FINAL (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA.
- ANEXO C:** CONSUMO DE ALIMENTO (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA.
- ANEXO D:** GANANCIA DE PESO (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la densidad óptima para la crianza de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), bajo tres densidades de siembra 4-6 y 8 peces/m², en la parroquia Fátima, Provincia y Cantón Pastaza. En la investigación se empleó 12 unidades experimentales conformadas por estanques de 2 m² con un área total de 24 m², en los cuales se aplicó diferentes densidades de siembra (4-6-8 peces/m²) con un total de 144 peces, siendo estos las unidades observacionales. El trabajo experimental tuvo una duración de 90 días. Los semovientes se desarrollaron en las mismas condiciones ambientales, nutricionales y sanitarias. Los tratamientos fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un total de tres tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento. Se utilizó estadística descriptiva para las variables mortalidad, costo unitario de producción y Relación Beneficio/Costo (\$). Los datos estimados en campo fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA), a la separación de medias por DGC con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$). Los resultados determinaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) en el análisis de varianza para el peso final con 13,61 g, ganancia de peso de 12,64 g y la menor conversión alimenticia de 2,98 g, estimando los mejores resultados en el tratamiento T3 (8 peces /m²), mientras que no se registró diferencias estadísticas ($P \geq 0,05$) para el peso inicial con un promedio de 0,97 g y consumo de alimento, siendo el tratamiento T3 que mayor consumo registró con 37,66 g y en el cual se obtuvo una mejor conversión alimenticia, la estimación de la mortalidad fue de 3,13 %. Concluyendo que la mejor densidad de siembra es de 8 peces/m² correspondiente al Tratamiento 3 y recomendando realizar estudios utilizando como base esta densidad de siembra e incluir en los análisis experimentales factores fisicoquímicos del agua, emplear fertilización y establecer etapas fisiológicas de experimentación.

Palabras clave: <TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*) >, <FÁTIMA (PARROQUIA)>, <SIEMBRA DE ALEVINES>, <COMPORTAMIENTO ZOOTÉCNICO>, <CONVERSIÓN ALIMENTICIA>.


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo



0845-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the optimum density for the rearing of red tilapia (*Oreochromis sp.*), under three stocking densities 4-6 and 8 fish/m², in Fatima Town, Province and Canton of Pastaza. The research used 12 experimental units consisting of 2 m² ponds with a total area of 24 m² in which different stocking densities were applied (4-6-8 fish/m²) with a total of 144 fish. They were the observational units. The experimental work lasted 90 days. The animals were grown under the same environmental, nutritional, and sanitary conditions. The treatments were distributed in a Completely Randomized Design (CRD) with a total of three treatments with four replicates per treatment. Descriptive statistics were used for the variable's mortality, unit cost of production and Benefit/Cost Ratio (\$). Field-estimated data were subjected to analysis of variance (ADEVA), separation of means by DGC with a significance level of (P≤0.05). The results determined highly significant differences (P≤0.01) in the analysis of variance for final weight with 13.61 g, weight gain of 12.64 g and the lowest feed conversion of 2.98 g. It was estimated that the best results were in treatment T3 (8 fish /m²). No statistical differences (P≥0.05) were recorded for initial weight with an average of 0.97 g and feed consumption. Treatment T3 recorded the highest consumption with 37.66 g which obtained a better feed conversion, the mortality estimate was 3,13%. It was concluded that the best seeding density is 8 fish/m² corresponding to treatment 3 and it is recommended to carry out studies using this seeding density as a basis and to include in the experimental analysis physicochemical factors of the water, to use fertilization and to establish physiological stages of experimentation.

Keywords: <RED THYLAPIA (*Oreochromis sp.*)>, <FATIMA (PARROCHY)>, <SEEDING OF ALEVINES>, <ZOOTECNICAL BEHAVIOR>, <FOOTECHNICAL CONVERSION>.



Firmado electrónicamente por:
**GLORIA ISABEL
ESCUDERO OROZCO**

INTRODUCCIÓN

La Acuicultura es la actividad productiva que puede definirse como la cría de organismos acuáticos en entornos de agua dulce o salada, dentro de esta se encuentra la piscicultura que tiene por objeto el cultivo racional de los peces en estanques comprendiendo particularmente el control de su crecimiento y reproducción (Mutrikuberi, 2018, p.5).

En el Ecuador la actividad acuícola se ha desarrollado en base al cultivo de camarón y tilapia. La tilapia a escala comercial se ha incrementado significativamente en los últimos años, este crecimiento le ha llevado a nuestro país a ser uno de los principales productores de tilapia en el mundo y pionero en Latinoamérica, siendo en la actualidad el segundo producto piscícola más importante en términos de volumen después del camarón, teniendo efectos significativos en el área zootécnica, ecológica, gastronómica y cultural del país (Rodríguez,2017,p.9).

La tilapia fue introducida aproximadamente en el año 1965 debido al colapso de la industria del camarón por la incidencia del virus de la mancha blanca, nativa de varios países africanos, su desarrollo como especie de intereses zootécnicos en el país inicia en los años 80 cuando se exporta el híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*), especie que predomina en los cultivos comerciales (Jacome et al., 2019,p.454).

Debido a su capacidad de adaptación y a la posibilidad de ser criada en diferentes sistemas de cultivo, las características nutricionales y organolépticas de su carne colocan a la tilapia en el primer lugar de los peces de agua dulce más cultivada en el Ecuador (Mutrikuberi, 2018, p.7).

La provincia y el cantón Pastaza pertenecientes a la Amazonia ecuatoriana se caracteriza por ser productora de esta especie debido a las condiciones climáticas que posee, razón por la cual los productores ha visto en esta actividad una alternativa de producción zootécnica que genera réditos económicos y que a la vez conserva la seguridad alimentaria en las comunidades amazónicas.

Sin embargo, los campesinos orientales han establecido sistemas semi intensivos y hasta artesanales no tecnificados, provocando que sus emprendimientos no sean muy sustentables o sostenibles.

Las tilapias tienen una serie de atributos favorables que contribuyen a su productividad, entre ellos su alta prolificidad que se ve reflejada en una reproducción precoz causando una

sobrepoblación en los estanques lo que minimiza la producción debido a la variación de tamaño que presentan los peces, por esta razón la ganancia de peso en la verdadera población cultivada es escasa ocasionando alteraciones en el sistemas productivo a causa de la competencia por el alimento y espacio (Bocek 2015).

Es por ello que la presente investigación pretende evaluar la densidad óptima para la crianza de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), bajo tres densidades de siembra 4-6 y 8 peces/m² en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

Con estos antecedentes en la presente investigación se persiguieron los siguientes objetivos específicos: Identificar el comportamiento zootécnico de la tilapia roja mediante 3 densidades de peces en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, para escoger la óptima densidad de siembra; establecer el número de peces adecuados para el sistema acuícola mediante la evaluación del peso, consumo conversión alimenticia y mortalidad; y, determinar el costo unitario de producción y beneficio costo más efectivo para la óptima densidad en la crianza de tilapia roja.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades

La acuicultura es la actividad que se dedica al cultivo de organismos acuáticos en estanques, piletas y lagos naturales o artificiales, realizada mediante técnicas adecuadas controladas por el hombre (Merino et al., 2015,p.1).

Dentro de la industria del sector agropecuario constituye un reglón significativo en la producción de proteína, minerales y otros elementos fundamentales en la dieta humana razón por la cual es de fundamental importancia ya que contribuye a la seguridad alimentaria y ayuda a mitigar la pobreza en muchos países en vías de desarrollo (Merino et al., 2015,p.1).

A nivel mundial esta actividad es la que más crecimiento ha tenido en las últimas décadas gracias a que ha permitido obtener notables beneficios, sociales y económicos debido a su fácil explotación y rentabilidad (Merino et al., 2015,p.1).

Según reportes de la FAO (2008), la producción acuícola aumentó de 3.9% (producción total en peso) en 1970, a 32.4% en 2004. Los datos señalan un crecimiento general mundial, a una tasa promedio anual del 8.8% entre 1970 y 2004. La producción total en 2004 fue de 59.9 millones de toneladas, ascendiendo en 2006 a 66.7 millones de toneladas, con un valor de 78.800 millones de dólares (Spinetti et al., 2010,p.9).

Este crecimiento es más rápido que el de cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal. Esto se dio debido al empleo de mayores densidades de siembra de individuos bajo cultivo, a dietas bien formuladas, al desarrollo de tecnologías, principalmente de cultivo en jaulas suspendidas, así como a la incorporación y aumento de la difusión de la actividad a nivel mundial (Spinetti et al., 2010,p.9).

La piscicultura es parte de la acuicultura cuyo objetivo es el cultivo racional de los peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento y su reproducción. Se practica en estanques naturales o artificiales, donde se vigila, regula la multiplicación, alimentación y el crecimiento de los peces, así como la puesta en funcionamiento y mantenimiento de estos

recintos acuosos, en lugar de dejar a la naturaleza encargarse de estas cuestiones (Spinetti et al., 2010,p.9).

El cultivo de peces o piscicultura fue y sigue siendo la actividad más significativa dentro del volumen de la producción acuícola. Su auge se alcanza a partir de las décadas de 1960 y 1970, años en los cuales se dio un gran desarrollo científico y tecnológico (Spinetti et al., 2010,p.9).

1.2. Introducción de la tilapia en Ecuador

Aunque no se conoce con precisión la fecha de ingreso de la tilapia en Ecuador, se ha mencionado que la variedad *Oreochromis mossambicus* fue introducida en 1965 desde Colombia en Santo Domingo de los Tsáchilas; *Oreochromis niloticus* fue introducido por agricultores privados de Brasil en 1974 y el híbrido rojo (*Oreochromis sp.*) a principios de los años 80 (Zambrano et al., 2006, p.6).

Existen registros que la *Oreochromis sp.*, fue introducida para las prácticas de acuicultura y se estableció en el río Chone, ubicado en la provincia de Manabí desde donde invadió las estructuras artesanales conocidas como “chameras”, donde se realiza la cría y pesquería tradicional de *Dormitator latifrons*, una especie nativa conocida como “chame” que es parte importante de la dieta regular de la población (Jacome et al.,2019,p.545).

A inicios de los años 80 se introduce al país el híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis sp.*); es la especie que predomina en los cultivos comerciales y con ello se inicia la producción a pequeña y mediana escala de la tilapia comercial (Landivar,2010,p.19).

En los años 90, especialmente en noviembre 1993 se realizó una pequeña exportación de tilapia congelada a los Estados Unidos. Paradójicamente la incidencia de la patología del camarón, conocida como "síndrome de taura", en 1994 y 1995, ocasionaron interés por los cultivos a escala

Industrial de tilapia (Landivar,2010,p.19).

A finales de los años noventa nuestro país sufrió la enfermedad viral denominada “mancha blanca” que atacó al sector camaronero y que conllevó a la pérdida de casi el 50% de la producción de la época (Redmayne, 2001;citado en Palladares y Borbor 2012, p.21).

En 1999, la presencia del virus de la "mancha blanca" en camaronerías, ocasiono incrementos de las áreas de cultivo de tilapia (Landivar,2010,p.19). La mayor parte de los productores camaroneros cuyos cultivos fueron afectados por el virus de la mancha blanca a finales de los años noventa,

decidieron cambiar de producto comercial, es decir, optaron por la producción de tilapia como negocio sabiendo la gran demanda en el mercado interno como también del mercado externo, especialmente a los Estados Unidos de América, así que para el año 2000, nuestro país ingresó con fuerza al mercado norteamericano, convirtiéndose en el primer proveedor de filetes de tilapia de ese país, desplazando a Costa Rica de tal posición (Castillo, 2001; citado en Palladares y Borbor 2012, p.22).

El verdadero crecimiento en la producción de tilapia aumentó significativamente a partir del año 2000. En el 2004, en Ecuador ya existían unas 2.000 hectáreas en producción de tilapia y para el 2006 se incrementó a 5.000 hectáreas (Landivar,2010,p.19).

En Ecuador las tilapias se cultivan en la región Litoral o Costa y es en la provincia del Guayas donde se focalizan las mayores áreas de producción del ciclado. En la región interandina o Sierra, los cultivos se realizan en los valles y zonas de clima subtropical (Landivar,2010,p.19).

En el oriente ecuatoriano también se la cultiva y el consumo incremento en un 226%, y se ubicó en el cuarto lugar de las especies más apetecidas para el mercado de los Estados Unidos, nuestro principal consumidor (Landivar,2010,p.19).

Según datos estadísticos de las exportaciones de la producción de tilapia de 1993 a 2009, proporcionados por la CNA en el año 2009, indican la producción de tilapia como la acción sustentable de mayor envergadura para la diversificación de la acuicultura en Ecuador el mismo que llevo de la mano de la dolarización (Landivar,2010,p.19).

1.3. Impacto ecológico y económico de la tilapia en el Ecuador

Con la incidencia de la enfermedad de la mancha blanca, sus efectos en la producción acuícola el gran porcentaje de pérdidas en la industria camaronera (Alvarado et al., 2016, p.2). Los empresarios de la producción acuícola se orientaron hacia la tilapia debido a la demanda existente en el mercado interno, así como a los excelentes precios del producto fileteado en el extranjero (Jacome et al.,2019,p.545).

Este impulso en la producción de tilapia ha venido disminuyendo anualmente a causa de la recuperación de la industria camaronera y el mejor precio del camarón en el mercado internacional (Jacome et al.,2019,p.545).

Según las estadísticas anuales de exportación de tilapia a los Estados Unidos que registra la Cámara Nacional de Acuicultura, Ecuador pasó de exportar 21.731 libras en 1993, a un máximo de 27.315.395 libras en 2007, convirtiéndose así en el tercer país productor del mundo y el primero en América Latina, pero, desde entonces la producción ha venido disminuyendo paulatinamente hasta 1.835.184 libras en el año 2018 ([http:// www.cna-ecuador.com/estadisticas/](http://www.cna-ecuador.com/estadisticas/)).

1.4. Generalidades de las tilapias

Tilapia es un término genérico utilizado para designar un grupo de especies de peces de valor comercial pertenecientes a la familia Cichlidae; la expresión se deriva de la palabra nativa de Bechuana (África) "thlape" que significa pez. Los Cíclidos se clasifican en el orden Perciformes y habitan las aguas dulces y salobres de África, el Medio Oriente, las zonas costeras de la India, América Central, del Sur y el Caribe, incluyendo a Cuba, representada por dos especies de *Biajaca* (Toledo y García., 2010,p.85).

Las verdaderas tilapias son sólo nativas de África y el Medio Oriente. La producción mundial reportada por la FAO en 1993, se acerca a las 500 000 toneladas anuales y son las especies de agua dulce de mayor crecimiento relativo en el tonelaje producido de los últimos 10 años (Toledo y García., 2010,p.85).

Dentro del Género *Oreochromis*, en forma intempestiva aparece la tilapia roja como una mutación albina en un cultivo artesanal de tilapia *Oreochromis mossambicus* de coloración normal (negra) cerca de la población de Tainan (Taiwán) en 1968 (Toledo y García., 2010,p.85).

El cultivo a nivel comercial de la Tilapia Roja, comenzó a presentar un desarrollo acelerado a partir de la década de los 80 en países sin tradición acuícola suramericanos como: Colombia (introducida en 1982), Venezuela (introducida en 1989) y Ecuador (introducida en 1993) en forma casi simultánea con países centroamericanos, caribeños y norteamericanos (Guerrero y Palomino., 2011,p.28).

1.5. Clasificación taxonómica

La clasificación de la tilapia es motivo de confusión entre los científicos y objeto de constantes modificaciones. Una característica distintiva de los géneros que integran el grupo de las tilapias es el ornamento reproductivo, referido al tipo de cuidado que los progenitores brindan a sus crías (Toledo y García., 2010,p.85).

En la tabla (1-1) se observa la clasificación taxonómica de la Tilapia.

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de la tilapia

	Taxonomía
Phylum	Vertebrata
Sub Phylum	Craneata
Superclase	Gnostomata
Serie	Piscis
Clase	Teleostei
Subclase	Actinopterigi
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis aureus</i> <i>Oreochromis u. hornorum</i> <i>Oreochromis sp</i>

Fuente: Guerrero y Palomino,2011. - Acuerdo de Colaboración AECI/PADESPA-FONDEPES.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

En los géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis*, los padres incuban los huevos en la boca y una vez nacidos, cuidan a la descendencia por un tiempo adicional (incubadores bucales); pero también en el género *Oreochromis*, sólo la hembra realiza la incubación. Por otra parte, otro grupo de estas especies realiza la incubación sobre un sustrato fijo en el fondo, o construyendo un "nido" sobre ellos; ellas pertenecen al género *Tilapia* (Toledo y García., 2010,p.85).

La existencia de superposición de características morfológicas entre las especies ha creado confusión sobre la situación taxonómica de muchos de ellos, basándose principalmente en el comportamiento reproductivo y hábitos alimenticios: macrofitófagos, micrófagos y omnívoros. Sí, es necesario manejar correctamente un patrón de identificación por la pigmentación para las diferentes especies del género *Oreochromis* (Hurtado, 2013,p.5).

El género *Oreochromis* incluye a las especies que desovan en nidos al fondo de los cuerpos de agua pero que llegan a incubar los huevecillos en la boca de la madre. El hábito alimenticio también influye en la clasificación; la especie de *Oreochromis* tiene dientes finos y se alimentan de algas unicelulares filamentosas, estos hábitos alimenticios pueden ser muy flexibles y no constituyen un carácter de diagnóstico definitivo (Hurtado, 2013,p.7).

A partir de estas pequeñas diferencias se llegan a proponer otras dos clasificaciones, una de las cuales posee cinco géneros: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*, *Tristromella* y *Danakilia*, y la otra un solo género, *Tilapia*, con siete subgéneros: *Heterotilapia*, *Pelmatilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*, *Nyasalopia*, *Alcolopia* y *Neotilapia* (Hurtado, 2013,p.7).

1.6. Biología de la tilapia

1.6.1. Morfología externa

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protáctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos (Saavedra, 2006,p.3).

Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta (Saavedra, 2006,p.3).

La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua (Saavedra, 2006,p.3).

1.6.2. Hábitos alimenticios

El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton (Saavedra 2006, p.6).

Las tilapias son peces provistos de branquias-espinas con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez (Jácome et al., 2019,p.548).

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el 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 (Saavedra 2006, p.6).

1.6.3. Caracteres sexuales

La diferenciación externa de los sexos 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 (Saavedra 2006, p.4).

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 (Saavedra 2006, p.4).

1.7. Biología reproductiva

Las tilapias son peces muy prolíferos su comportamiento reproductivo es influenciado por el sistema reproductor de la especie en cuestión. Todas las tilapias del género *Oreochromis* aparentemente presentan cuidado maternal, realizan incubación y protección en los primeros días de vida en la boca de la madre. Según Trewavas (1983) el cuidado maternal bucal es parte de la definición de este género (Zimmermann, 2019,p.22).

De acuerdo con Turner y Robinson (2000), por lo menos los machos de *Oreochromis* proveen los indicios de una fuerte selección por el sexo: son más grandes, más brillosos, coloridos, dominantes, más agresivos que las hembras, territoriales, construyen nidos, y desarrollan estructuras sexuales secundarias como largas extensiones de aletas dorsales y anales (Saavedra,2006, p.4).

El género *Tilapia* se caracteriza por presentar cuidado bi-parental y desove en substratos, pero la selección por sexo es mucho más reducida y probablemente solamente en machos (un poco más grande que las hembras). En *Sarotherodon* el cuidado parental es como *Oreochromis*, en el interior de la boca, pero tanto en las madres como de los padres, dependiendo de la especie (Zimmermann, 2019,p.22).

1.8. Sistema y estrategia de emparejamiento

Tilapias son conocidas como peces muy fértiles, y de fácil emparejamiento. En el género *Oreochromis*, donde el dimorfismo sexual es más acentuado, la hembra aparentemente selecciona el macho durante el emparejamiento, en cuanto en *Tilapia* y *Sarotherodon* con el dimorfismo sexual reduce las cruces (Lorenzen 2016, p.12).

La elección de la pareja es basada en características individuales (talla, formato, color, brillo, status jerárquico) y principalmente del medio ambiente o del nido (localización, tamaño, formato), pero también hay una serie de factores diversos involucrados como las feromonas y la estructura social del grupo (Lorenzen 2016, p.12).

Los machos de *Oreochromis* son altamente poligámicos, fecundando varias hembras en cortos periodos de tiempo. Las hembras normalmente desovan solamente con un macho, pero hay registros en la literatura de una desova fecundada por varios machos (Turner & Robinson, 2000). La territorialidad, agresividad, y el desgaste corporal de los machos es muy claro cuando construyen los nidos, pero la estrategia de emparejamiento y escolla por parte de la hembra es mucho más relacionada con el nido que la disputa entre machos (Zimmermann 2019,p.25).

En cuanto a la diferenciación sexual, el desarrollo de los gametos y la determinación externa del sexo es posible cuando las tilapias crecen más de 20 o 30 gramos. Los animales sacrificados pueden ser fácilmente sexados a través del examen directo de sus gónadas. Entre tanto, existe un grande interés en el desarrollo de métodos confiables, rápidos y prácticos de sexar tilapias vivas (Zimmermann 2019,p.22).

Estos métodos llevan a una mejora de las estimativas del potencial reproductivo del estoque, en la eficiencia de alimentación y de comercialización. Juveniles de reducida talla son de difícil identificación en términos de sexo, porque no poseen las características externas asociadas a la maduración sexual, como pigmentos, rugosidades y poros urogenitales visibles. Las determinaciones de sexo en estas condiciones deben ser basadas en el examen directo de las gónadas o través de testes sanguíneos o de la mucosa (Lorenzen 2016, p.18).

Curiosamente no se llegó hasta este momento a identificar cuál de los 44 cromosomas (22 pares) de las tilapias que es el responsable por la determinación del sexo. Probablemente varios genes en distintos cromosomas influyen esta determinación: por ejemplo, una misma pareja de tilapias nilóticas, de acuerdo con la temperatura del agua de fertilización/incubación, produce

una relación distinta de machos: hembras: 20-23°C, 50%:50%; 25-29 °C, 60-70:30-40; 32-35 °C, 80-95:5-20 (Zimmermann 2019,p.25).

Como la temperatura, el pH del agua también parece influenciar la proporción de machos y hembras originarios de una misma pareja, o sea, aparentemente las condiciones ambientales ligan o desligan (la acción de) algunos genes que influyen en la determinación de sexo (fenotípico) (Lorenzen 2016, p.16).

De esta forma, las características secundarias sexuales en tilapias están relacionadas a una serie de aspectos ambientales y su interacción genética, en especial a cantidad de agua donde está la tilapia desde las primeras semanas de vida. También sobre la temperatura de reproducción, las tilapias en general se reproducen en el intervalo óptimo de 24-29 °C de temperatura (Lorenzen 2016, p.16).

1.9. Competición y territorialidad

En general su comportamiento es agresivo y está relacionado con el cuidado maternal y el establecimiento de territorios para la reproducción. A pesar de que la formación de jerarquías de dominancia son comunes en acuarios y sistemas de cultivo intensivos de baja densidad (como jaulas), no hay indicaciones que esto ocurre en estanques excavados o en la naturaleza (Lorenzen, 2016, p.19).

En condiciones naturales las tilapias no presentan territorialidad afuera de la época de la reproducción. En la naturaleza, las tilapias pequeñas que son sexualmente inmaduras forman grupos de defensa (Jácome et al. 2019,p.551).

Los juveniles poseen un comportamiento territorial. Para las tilapias nilóticas, la territorialidad del emparejamiento es establecida por los machos a través de la construcción de nidos que pueden ser defendidos por muchas semanas, o periodos en que hay mucho poca alimentación (Jácome et al. 2019,p.551).

En otras especies de *Oreochromis*, los machos permanecen en territorio día y noche y en otras especies solamente durante el día. Las áreas preferenciales para el establecimiento de los nidos presentan características particulares como por ejemplo la proximidad de piedras, raíces y lugares más profundos o en los bordes laterales del estanque. Las peleas entre machos son raras, y la principal razón es que los machos compiten entre sí por lugares preferidos en términos territoriales (Jácome et al., 2019,p.551).

Las hembras por otro lado pelean más, por el espacio, cuando una hembra es atraída por un nido, se comunica químicamente por feromonas durante la corte, y otras hembras adyacentes permanecen irritadas y procuran atacar, siendo combatidas por el macho. Los machos dominados (no territoriales y de coloración normal) presentan un patrón de periferia, en general circulan por el medio y se involucran en luchas ocasionales de corta duración (Lorenzen, 2016, p.19).

Las luchas territoriales establecen la posición de las fronteras través de peleas. Los machos desarrollan indicaciones de coloración de reproducción (rosada o blanca) antes del establecimiento de territorio. La coloración normal de la corte es roja o rosada, pero también se ve el blanco con las extremidades de las aletas en rojo (Jácome et al., 2019,p.551).

Las hembras de tilapia cuando protegen las crías también se comportan de forma agresiva y territorial. Desarrollan características de patrones de guarda de alevines también en la superficie corporal, con colores más negros, y después que los alevines están sueltos, la hembra prontamente retorna a su coloración normal (Arredondo, 2015, p.28).

1.10. Estacionalidad del aparejamiento

Es increíble la capacidad reproductiva de las tilapias. En la mayoría de las áreas tropicales, los ciclilideos parecen reproducirse todo el año, y por varias veces. Los picos de reproducción parecen estar concentrados en la época de lluvia y calor (Zimmermann, 2019,p.31).

En la mayoría de las tilapias las hembras reproducen varias veces en un mismo año. En modernos larvicultivos se estima que cada hembra reproduzca de 12-16 veces por año. En climas subtropicales las bajas temperaturas disminuyen o paran totalmente el proceso reproductivo, especialmente durante el invierno o durante un verano excesivamente caliente (Arredondo, 2015, p.28).

Algunas especies de ciclilideos reproducen periódicamente de acuerdo a los ciclos lunares, y esto ayuda a reducir la predación de los alevines por sincronizar la reproducción e incrementar la efectividad de la defensa contra predadores nocturnos (Arredondo, 2015, p.28).

1.11. Aspectos de dinámica de población

Las tilapias están cultivadas en prácticamente todas las regiones tropicales y varias subtropicales; disponen de una gran habilidad reproductiva y de adaptación en prácticamente todos los ambientes desde lagos hasta estanques estáticos o dinámicos, o acuarios. Esta

habilidad combinada a una gran capacidad reproductiva es la principal razón para su colonización en varios ambientes del mundo (Zimmermann, 2019,p.31).

Por otro lado, puede ser una fuente de problemas en producciones donde su maduración temprana y gran prolificidad reproductiva provocan el desarrollo de poblaciones densas de pequeños individuos de talla baja para el mercado (“stunting effect”). En términos de dinámica de población, este aspecto en tilapias es muy importante (Arredondo, 2015, p.28).

En todas las formas de cultivo de tilapias se puede tener reproducción en exceso, y esta característica forma una oportunidad única de investigar los problemas fundamentales en la biología de la población de esta especie. En el proceso del desarrollo poblacional se toma en cuenta la plasticidad del crecimiento, el dimorfismo sexual, la variabilidad individual y genética, la mortalidad y la reproducción (Arredondo, 2015, p.28).

De forma general las tilapias son caracterizadas por una elevada fertilidad: 10 adultos pueden producir 15 mil larvas cada 3 semanas. Pero es interesante que comparadas a otras especies de ciclídeos o el mismo teleósteos, las tilapias presentan el peso gonadal relativamente bajo. Hembras de *Oreochromis* raramente exceden el peso corporal en término de gónadas y por tanto está próxima al límite mínimo observado para peces teleósteos (Lorenzen, 2016, p.30).

Son muy eficientes en términos reproductivos. La fecundidad de tilapias (número de huevos fértiles producidos) es aproximadamente proporcional al peso o al cuadrado del comprimiendo de la hembra (Lorenzen, 2016, p.30).

1.12. Temperamento

Muchas especies son de hábitos territoriales, particularmente durante la temporada de reproducción. Su territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores e intrusos que atacan a sus crías y puede ser fijo o desplazarse a medida que las crías nadan en busca de alimento (Alamilla, 2002, p.10).

1.13. Requerimientos medioambientales

Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere que en el sitio de cultivo se mantengan los requerimientos medio ambientales en los siguientes valores:

1.13.1. Temperatura

Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20-30 °C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42 °C (Saavedra 2006, p.35).

1.13.2. Oxígeno

Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente, el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 o 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz (Saavedra 2006, p.35).

1.13.3. pH/ turbidez

Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11 (Saavedra 2006, p.35).

Turbidez se deben mantener 30 centímetros de visibilidad (lectura del Disco Sexi), 850 a 2,000 m.s.n.m (Saavedra 2006, p.35).

1.13.4. Luz o luminosidad

La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo (Saavedra 2006, p.35).

1.14. Sistemas de cultivo

Dependiendo del sistema, manejo, disponibilidad de agua y cantidad de peces por área, el cultivo se puede considerar de las siguientes formas:

1.11. Sistema extensivo

Ideal para proyectos pequeños de subsistencia, con bajos o ninguna reposición de agua, baja densidad de siembra , sin uso de alimento concentrado (Rios, 2012,p.35).

Este tipo de cultivo requiere escasa inversión, principalmente porque se capturan del medio en que se desarrolla un importante porcentaje de nutrientes, necesarios para su dieta. Para la estimulación de la productividad primaria del sistema, es común hacerlo mediante la fertilización orgánica de abonos de origen animal y subproductos agrícolas (Su y Quintanilla,2008,p.39).

De este modo, las densidades de cultivo son de 1 - 2 peces / m³ (metro cúbico), dependiendo del tamaño comercial establecido. Las producciones alcanzadas varían en torno a los 2 a 3 Ton/ha/año (tonelada x hectárea x año) se desarrollan como producciones de traspatio en las comunidades del oriente y costa (Su y Quintanilla,2008,p.39).

1.12. Sistema semi intensivo

Este sistema requiere recambios de agua, cada semana del 50 al 60%. Siempre será necesario incorporar sistemas de filtración, para eliminar especies ajenas al cultivo, la alimentación, consiste en suministrar alimento artificial, con niveles de proteína acorde a la etapa fisiológica de los peces (Su y Quintanilla,2008,p.40).

La densidad de cultivo varía entre 3 y 8 peces / m³ (metro cúbico) y se generan rangos de producción de 15 a 32 ton/ha/año (tonelada x hectárea x año), para factores de conversión alimenticia de 1.3 a 1.5 peces (Su y Quintanilla,2008,p.40).

Este es el nivel más común de manejo para productores pequeños y medianos que no tienen recursos económicos para grandes inversiones y que cuentan con capital limitado y/o donde alimentos de buena calidad no son disponibles (Saavedra,2006,p.11).

Generalmente es un estanque de tierra que se puede llenar y drenar al gusto del productor; los insumos incluyen fertilizantes orgánicos e inorgánicos, alimentos suplementarios, sub-productos agrícolas (afrecho de trigo, molido de arroz), maíz y/o algún alimento fabricado localmente. La duración del ciclo de producción es de cinco a seis meses, desde sembrar el alevín de 5-20 gramos hasta la cosecha (Saavedra,2006,p.11).

1.13. Sistema intensivo

Se ha hecho una modificación sustantiva sobre el medio ambiente, con control completo sobre el agua, especies sembradas y cosechadas; se usa una tasa de siembra mayor, ejerciendo mayor control sobre la calidad de agua (ya sea a través de aireación de emergencia o con recambios

diarios) y todo nutriente necesario para el crecimiento que proviene del suministro de un alimento completo (Saavedra,2006,p.11).

Para manejar un cultivo intensivo de tilapia, se requieren pilas de concreto que almacenen entre 100 a 500 m² (metros cuadrados) o estanques de 500 a 3,000 m² (metros cuadrados). Al cultivo siempre se le incorpora un sistema de aireación, que funciona regido por el grado de intensidad de oxígeno. Este sistema está condicionado por la disponibilidad y calidad del agua (Su y Quintanilla,2008,p.40).

La alimentación se basa en productos artificiales que contienen niveles de proteína cercanos al 28 y 40%. La presentación del alimento (harinas, pellet, granulado, etc.) debe concordar con el tamaño del pez. Las densidades de siembra de los peces rondan los 10 a 15 peces / m³ (metro cúbico) mientras que la producción puede alcanzar de 30 a 45 ton/ha/año-toneladas x hectárea x año. Los factores de conversión alimenticia son de 1.4 a 1.6 (Su y Quintanilla,2008,p.40).

En este sistema se pueden utilizar estanques de tierra, de concreto o jaulas flotantes.

- **Estanques:** Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 25 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 2-4% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/ha/día (Saavedra,2006,p.12).

Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/ha (Saavedra,2006,p.12).

- **Jaulas:** Las jaulas pueden ser de bajo volumen, o sea menos de 5 metros cúbicos o de volumen alto, mayor de 5 metros cúbicos; se pueden sembrar hasta 600 tilapias/m³ en las jaulas de volumen bajo y de 50-100 tilapias/m³ en las jaulas de volumen alto. Las producciones esperadas oscilan entre 50-300 Kg/m³; las de volumen bajo son más productivas debido a que hay mayor recambio de agua dentro de las jaulas, lo cual mantiene la calidad de la misma (Saavedra,2006,p.12).

1.14. Sistema súper intensivo

Este tipo de cultivo es netamente comercial e industrial se desarrollan en jaulas, estanques y sistemas de tinas circulares (Saavedra, 2013, p.10).

Este sistema al igual que el anterior, requiere de una asistencia técnica permanente y el uso exclusivo de alimento concentrado en conjunto con un completo manejo técnico. Las reposiciones de agua se dan normalmente con un 100 a 300 % del total del agua de la unidad

productiva. Este sistema se recomienda más para cultivo en jaulas de bajo volumen que permite el mayor recambio (Rios,2012,p.35).

Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “raceways” para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m³. El pez depende exclusivamente del alimento artificial por lo que, éste debe contener un alto porcentaje de proteína (30-40%) (Saavedra,2006,p.12).

En este sistema se usan pilas de concreto de 100-500 m² (metro cuadrado) o jaula flotante de 48-180 m³ (metro cúbico). Diariamente, los recambios de agua son continuos. La conversión alimenticia es de 1.6 a 2.0 y debe tener aireación de 8 HP/1,000 m² (caballos de fuerza x metro cuadrado) (Su y Quintanilla,2008,p.40).

1.15. Densidad de siembra

Lo ideal es aprovechar al máximo el área del estanque, tener más cantidad de peces por metro cuadrado, con esto nos evitamos la construcción y el manejo de otros estanques. Para cada región la densidad de siembra es totalmente diferente, porque las propiedades físico-químicas del suelo y agua cambian considerablemente de un lugar a otro, de una finca o la otra (<https://sites.google.com/site/tilapiarojavagg/3-desarrollo/g-densidad-de-siembra>). Recomendaciones para la densidad de siembra se presentan en la tabla (2-1).

Tabla 2-1: Referencia para siembra de alevines de Mojarra roja en estanques con recambio constante de agua.

Entrada de agua		Densidad de siembra
1 – 3	litros/segundo	Hasta 4 peces por metro cuadrado
6 – 10	litros/segundo	Hasta 15 peces por metro cuadrado
40 - 60	litros/segundo	Hasta 20 peces por metro cuadrado

Fuente: Zafra Trelles et al.,2019.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Lo mejor que se puede hacer es retar poco a poco a los peces, es decir sembrar por debajo de lo que considerablemente se estima de acuerdo al caudal de agua que entre al estanque debe ir subiéndolo la población cosecha tras cosecha, la experiencia que tenga el mismo piscicultor lo llevara hasta un límite máximo de siembra (<https://sites.google.com/site/tilapiarojavagg/3-desarrollo/g-densidad-de-siembra>).

En el campo experimental se han realizado investigaciones sobre densidad de siembra para tilapia roja en nuestro país especialmente en la zona de Santo Domingo, autores como Pablo Córdova en el año 2013 estudio el efecto de la aplicación de fertilizante orgánico tratado con microorganismos eficientes y densidad de siembra en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp*), registrando la mejor densidad de siembra de tilapia de 5 peces/m³, alcanzando valores de oxígeno disuelto de 5,88 mg O₂ L⁻¹; dióxido de carbono de 12,82 mg O₂ L⁻¹ y una cosecha de 2,58 kg al finalizar la etapa de engorde (Córdova,2013,p.60).

Al igual que (Jacome,2015,p.47) al investigar el comportamiento biológico de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en diferentes densidades de siembra, con dos tipos de fertilización y alimentación, determina la mejor densidad de siembra en el cultivo de tilapia con 15 peces/m³ con un rendimiento de 19.90 Tm/ha (Jacome,2015,p.47).

1.16. Etapas de vida de la tilapia

La producción por etapas de la tilapia se realiza con el fin de manejar adecuadamente los tamaños, pesos, formulación de balanceados y frecuencia de alimentación. Se puede clasificar en varias etapas dependiendo del sistema de producción que puede ser de 3 hasta 5 ciclos de producción con una duración aproximada de 2 meses por ciclo (GISIS 2018, p.7).

En la Tabla (3-1), se puede observar la clasificación de las tilapias por etapas mediante talla, peso y tiempo.

Tabla 3-1: Clasificación de las tilapias por etapas mediante talla, peso y tiempo.

Etapas	Talla (cm)	Peso (g)	Tiempo (días)
Huevo	0.2	0.009	3 – 8
Alevin	0.3 -0.5	0.10 – 15	20 – 45
Alevin Cría	3 – 8	5 – 20	20 – 30
Juvenil	8 – 15	20 – 200	45 – 60
Adulto	15 – 25	200 - 900	70 – 90

Fuente: GISIS, 2018.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

1.17. Crecimiento

Los sistemas de producción sostenibles y sustentables en la crianza de tilapia roja están relacionados con aspectos fundamentales como el manejo, sanidad, alimentación, la genética que tipo de semilla, variedad de tilapia el control de los factores físico químicos del estanque (Ríos,2012,p.42).

La cantidad de agua, la disponibilidad de espacio y alimento son los indicadores o limitantes, que le permitirán a usted conseguir un crecimiento óptimo en la tilapia. Por lo general, cuando se parte de alevines de un gramo de peso corporal, en condiciones de cultivo aceptables como lo expuesto anteriormente, se consigue pesos entre 450 a 600 gramos en siete meses de cultivo (Rios,2012,p.42).

1.18. Rendimientos

Se entiende por rendimiento a la cantidad de carne de pescado producida por área o volumen de agua, es decir que si se cuenta con un estanque, tina plástica o jaula que tenga un volumen de agua de 100 metros cúbicos y se siembra 500 alevines de un gramo de peso cada uno, entonces tendremos 5 peces por metro cúbico, que al final de los 6 o 7 meses dependiendo del sistema de crianza y alimentación estarían pesando 500 gramos aproximadamente cada uno (Watanabe et al., 2002, p.52).

Teniendo un rendimiento de 2,500 gramos por metro cúbico (2.5 Kilos / m³) y esto se transforma en un total de 250 kilos de producción total o 550 libras de tilapia para el consumo por unidad de producción en siete meses de cultivo (Watanabe et al., 2002, p.52).

1.19. Apariencia y sabor

Independientemente de la clase de tilapia ya sea gris o roja, la carne es típicamente blanca, aunque las tilapias rojas pueden tener un tinte rojizo en la carne, esta se opaca cuando se cocina y su firme textura tendrá un dulce y apacible sabor aceptando todo tipo de condimentos, por su bajo número de espinas intermusculares, prácticamente es carne sin espinas, esto lo hace un pescado muy aceptado en todo el mundo (Rios 2012,p.51).

La Tilapia ha obtenido un lugar preferente en el mercado internacional debido a su alto valor nutricional, bajas calorías, ausencia de colesterol y alto contenido de ácidos grasos importantes como el omega 3 y 6 (Rios 2012,p.51).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Fátima, perteneciente a la provincia y cantón Pastaza, con una duración de 90 días.

Las condiciones meteorológicas de la zona se detallan en la (tabla 4-2).

Tabla 4-2: Condiciones meteorológicas de la parroquia Fátima.

Parámetros	Valores promedio
Temperatura (°C)	21,3
Precipitación anual (mm/año)	4500
Humedad relativa (%)	87
Altitud (msnm)	950

Fuente: (INHAMI, 2021)

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó 12 unidades experimentales conformadas por estanques de 2m², en los cuales se aplicó diferentes densidades de siembra de espejo de agua. Teniendo un total de 144 peces distribuidos en 4 repeticiones.

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. Materiales

- Alevines de tilapia (*Oreochromis sp*)
- Challos
- Regla (30 cm)
- Balde plástico
- Estanques
- Malla

- Caña guadua
- Termómetro

2.3.2. Equipos

- Computador
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Balanza de precisión

2.3.3. Insumos

- Cal
- Balanceado

2.4. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA), con igual repetición es decir 3 tratamientos (4-6-8 peces/m²) con 4 repeticiones distribuidas en estanques rectangulares con un área total de 24 m² (1x2m/2m²) por estanque, tomando en cuenta cada una como unidad experimental.

El modelo lineal aditivo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Cualquier variable respuesta o dependiente

μ = Media general

τ_i = Efecto de los i-ésimos tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a i-ésimos tratamientos y j-ésimas repeticiones

2.5. Esquema del experimento

El esquema del experimento utilizado se reporta en la tabla (5-2).

Tabla 5-2: Esquema del Experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	TUE*/m ²	Total, Unid. Obs. /Trat.
4 peces/m ²	T1	4	2	32
6 peces/m ²	T2	4	2	48
8 peces/m ²	T3	4	2	64
			Total	144

T.U.E.*: Tamaño de la Unidad Experimental/Estanque.

Unid. Obs.: Número de tilapias por estanque

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2.6. Mediciones experimentales

- Peso inicial, gramos
- Peso final, gramos
- Consumo de alimento, gramos
- Ganancia de peso, gramos
- Conversión alimenticia
- Mortalidad, %
- Costo unitario de producción, \$
- Relación Beneficio / Costo

2.7. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

- Estadística descriptiva para las variables mortalidad, costo unitario de producción y Relación Beneficio / Costo
- Análisis de varianza /ADEVA (peso inicial, peso final, consumo de alimento, conversión alimenticia)
- Análisis de regresión en variables que presenten significancia ($P \leq 0,05$ $P \geq 0.01$)
- Separación de medias según DGC ($P \leq 0.05$)

2.8. Esquema del ADEVA

El esquema del análisis de varianza se detalla en la Tabla (6-2).

Tabla 6-2: Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	2
Error	9

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2.9. Procedimiento experimental

Para evaluar la densidad óptima de crianza en tilapia rojas (*Oreochromis sp*), se realizó las siguientes actividades:

2.10. Acondicionamiento de los estanques

Se realizó limpieza y preparación de un estanque preestablecido, vaciando el estanque retirando el exceso de fango y dejándolo secar.

Se dividió el estanque de 24 m², en 12 unidades experimentales de forma rectangular que tuvo una medida de 1m x 2m (2m²), y seguido de ello se distribuyó al azar por sorteo los tratamientos en estudio con sus respectivas repeticiones.

- Encalado

El encalado se realizó una vez que los estanques estuvieron limpios y secos, con cal viva debido a sus características de acción antiparasitaria. La dosis utilizada fue 0,08 kg/m², la misma que se dejó en el estanque por un día (Saavedra,2006,p.10).

- Fertilización del estanque

Para la fertilización empleamos gallinaza seca a razón de 0,15 kg/ m², la cual se aplicó en todo el fondo del estanque, realizándose posteriormente el pre-llenado (Velasco, 2008,p.68).

- Llenado del estanque

Se realizó lentamente el llenado del estanque con agua a una altura de 20 cm y dejaremos reposar

por dos a tres días con el objetivo de que se active la fertilización a fin de que exista una producción abundante de alimento natural es decir de plancton, de esta manera se creó un ambiente favorable para la llegada y desarrollo de los semovientes (Velasco, 2008,p.69).

Al cuarto día se completó el llenado hasta el nivel determinado en los estanques, dejando una altura sin llenar a borde libre de seguridad de unos 20 a 30 cm de alto aproximadamente.

2.11. Siembra

Los alevines que sembramos para la presente investigación en diferentes densidades de siembra los obtuvimos en centros de producción autorizados “Granja Silva” La siembra se realizó en base a los tratamientos establecidos es decir 4, 6, 8 alevines por m² correspondientes al tratamiento T1, T2, y T3 respectivamente, con un total de 144 peces destinados a la experimentación de acuerdo con el siguiente esquema:

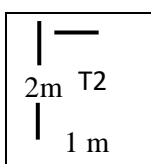
 2m T2 1 m	T3	T3	T1	T2	T1
	8 peces/m ²	8 peces/m ²	4 peces/m ²	6 peces/m ²	4 peces/m ²
T2	T2	T1	T3	T3	T1
6 peces/m ²	6 peces/m ²	4 peces/m ²	8 peces/m ²	8 peces/m ²	4 peces/m ²

Gráfico 1-2. Estanques experimentales.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Una vez liberados los peces en el estanque, se tomó las medidas adecuadas para evitar un shock debido a la diferencia de temperatura del recipiente que los transportaba y la del estanque. Para lo se usó un termómetro para medir la temperatura exacta de siembra de los alevines de tilapia (Modificado de Velasco, 2008,p.71).

Una vez en las unidades experimentales o estanques, las bolsas con los alevines se colocaron en la superficie de los mismos para procurar igualar la temperatura del estanque y el agua de transporte de las bolsas, al cabo de 15 minutos se liberaron los alevines de tilapia roja en el estanque (Modificado de Velasco, 2008,p.71).

2.12. Alimentación

Para la alimentación de los alevines se realizaron cálculos de la ración alimenticia dependiendo de la etapa fisiológica del animal y el alimento comercial utilizando, para esta actividad seleccionamos una muestra de peces de cada tratamiento (peso promedio) posteriormente se calculó la ración de la siguiente manera:

- **Cálculos:**

$$\text{Biomasa} = \text{Peso promedio} * \text{Número total de peces}$$

$$\text{Peso promedio} = \frac{\text{Peso total de la muestra}}{\text{Número de peces en la muestra}}$$

$$\text{Cantidad de alimento diario} = \text{Biomasa} * \text{tasa de alimentacion} * \text{núm. de veces a suministrar el alimento}$$

(Velasco, 2008,p.73).

2.13. Metodología de evaluación

2.13.1. Peso inicial y final (g)

Se determinó el peso de los semovientes antes de colocarlos en cada unidad experimental o estanque utilizando una balanza de precisión gramera de esta forma determinamos el peso de inicial, de la misma manera se realizó el pesaje de las tilapias rojas al finalizar el experimento recalando además que este procedimiento fue también semanal (Adaptado de Maroto,2019,p.19).

2.13.2. Ganancia de peso (g)

La ganancia de peso se determinó al finalizar la investigación, comparando el peso inicial con el peso final, teniendo en cuenta el tiempo y el consumo de alimento (Maroto,2019.p.20).

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso Final (g)} - \text{Peso Inicial (g)}$$

2.13.3. Consumo de alimento (g)

Se estimó mediante el cálculo de la cantidad de alimento diario que está constituido por la biomasa la tasa de alimentación de acuerdo a la etapa fisiología de los peces y el número de veces que se alimentó al día, este valor se estimó en gramos (Velasco, 2008,p.71).

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Biomasa} * \text{Tasa de alimentacion} * \text{Número suministro de alimento al día}$$

2.13.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se evaluó con la siguiente expresión matemática:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

(Zapata, 2015,p.30)

2.13.5. Porcentaje de mortalidad (%)

Se estimó mediante el cálculo del número de peces que murieron desde el día de llegada a la explotación hasta el último día de desarrollo experimental expresado en porcentaje.

$$\% \text{ Mortalidad} = (\text{Total de peces muertos} / \text{total de peces}) \times 100$$

2.13.6. Costo unitario de producción (\$)

Se estimó mediante análisis de costo con el uso de un libro de Excel tomando en cuenta los egresos dividido para el número de peces por tratamiento.

2.13.7. Análisis económico (\$)

Se realizó el cálculo de Beneficio/Costo por tratamiento en estudio, para lo cual se consideró los egresos e ingresos totales.

$$\mathbf{B/C} = \text{Ingresos totales} / \text{Egresos totales.}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1.1. Evaluación de los parámetros productivos

3.1.1.1. Peso inicial (g)

Los pesos iniciales de los alevines de tilapia no registraron diferencias significativas al realizar el análisis de varianza ADEVA ($P \geq 0,05$), según la prueba DCG se determinó que el mayor peso de los semovientes designados al azar por sorteo se obtuvo en el tratamiento T2 (6 peces/m²) con 0,99 g, a diferencia de los tratamientos restantes (T1 y T3) con los cuales se obtuvo 0,96 g en promedio como se observa en la (tabla 7-3) y en el gráfico (2-3).

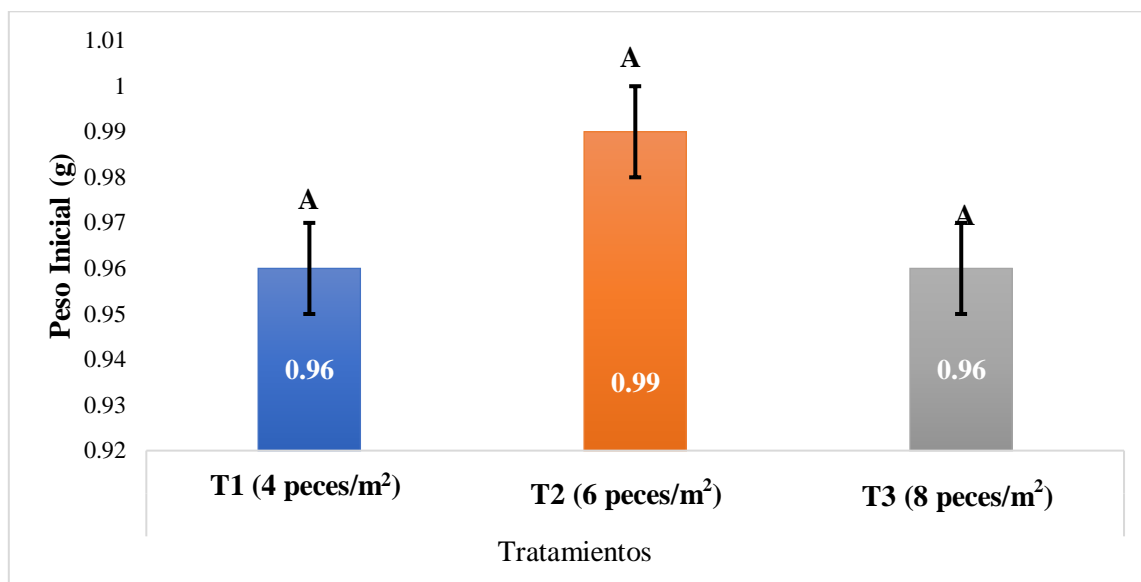


Gráfico 2-3. Peso Inicial (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m²) en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

En la fase inicial de la experimentación y después de designar al azar los semovientes en cada unidad experimental estos se encontraron en un rango de peso de 0,96 a 0,99 g, designándolos en etapa de alevines I como lo indica la (FAO, 2017,p.48), quienes determinan que el peso promedio del género *Oreochromis* y sus variedades en etapa alevines I se encuentra entre 0,02 y 1 g, lo que nos lleva a determinar la existencia de homogeneidad en las unidades experimentales de la presente investigación.

Tabla 7-3: Respuesta de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

Variables	Tratamientos						E.E.	C.V.	PROB.	SIG.
	T1 (4 peces/m ²)		T2 (6 peces/m ²)		T3 (8 peces/m ²)					
Peso Inicial (g)	0,96	A	0,99	A	0,96	A	0,01	2,26	0,2603	ns
Peso Final (g)	12,82	C	13,11	B	13,61	A	0,06	0,98	<0,0001	**
Consumo de Alimento (g)	37,18	A	37,02	A	37,66	A	0,22	1,20	0,161	ns
Ganancia de peso (g)	11,86	C	12,12	B	12,64	A	0,07	1,14	<0,0001	**
Conversión Alimenticia	3,14	A	3,05	B	2,98	B	0,03	1,74	0,0076	**

C.V.: Coeficiente de variación.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medidas con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba DGC

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3.1.1.2. Peso final (g)

El peso final de los alevines de tilapia presentó diferencias altamente significativas en el análisis de varianza ADEVA ($P \leq 0,01$), para las diferentes densidades de siembra; de igual manera la prueba de medias DGC al 0,05 determinó que el mejor peso en las tilapias al finalizar la experimentación fue de 13,61 g, valor que se obtuvo en el tratamiento T3 (8 peces/m²), seguido del tratamiento T1 (6 peces/m²) que registro 13,11 g, a diferencia del menor peso de 12,82 g el cual se obtuvo en el tratamiento T2 (6 peces/m²). Como se observa en el grafico (3-3).

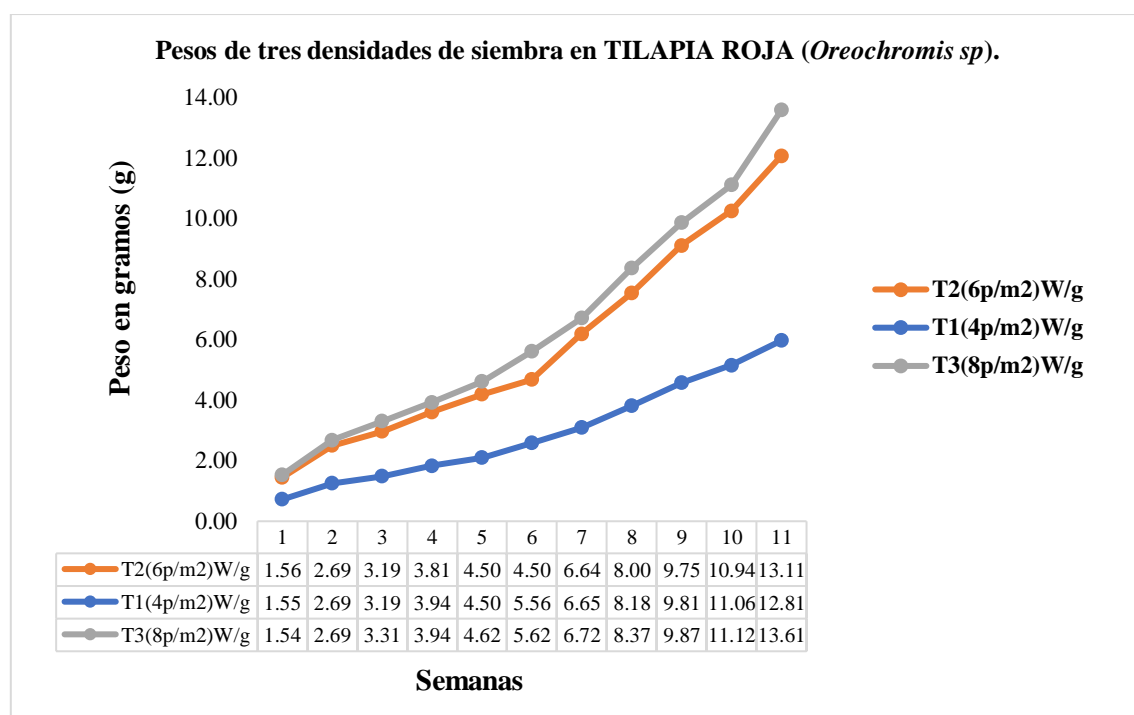


Gráfico 3-3. Peso Final (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m²) en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Los pesos obtenidos durante 11 semanas de experimentación con el mejor peso final registrado en el tratamiento T3 en densidad de siembra de 8 peces/m², al comparar estos resultados con (Rivera, Hernández y Aguilar, 2004, p.40), quienes evaluaron el crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México obtuvieron valores de 18,5 y 15,7 g en las variedades *O. niloticus* y *O. aurea* respectivamente, con una densidad de siembra de 15 alevines por m³, valores que se acercan a la presente investigación analizados a los 90 días de experimentación.

A diferencia de (Garcès, 2001,p.22), quien determina pesos de 18,1 y 17,0 g, analizados a los 45 días post siembra de alevines de dos líneas de tilapia (roja y gris), los cuales fueron sembrados a una densidad de cinco alevines grises y cinco rojos/m² con un peso promedio de 0,4 gramos/pez en cada estanque valores que superan los de esta investigación.

En referencia a los resultados obtenidos la FAO (2017), determinó que el peso promedios entre 10 a 25 g en tilapia del género *Oreochromis* y sus variedades se encuentran en una categoría de producción de juveniles, determinando de esta manera que al finalizar la experimentación en campo de la presente investigación los peces se encontraron esta categoría.

En relación a la densidad de siembra (Jacome,2015,p.47) al investigar el comportamiento biológico de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en diferentes densidades de siembra, con dos tipos de fertilización y alimentación, determina la mejor de tilapia con 15 peces/m³ con un rendimiento de 19.90 Tm/ha, investigación que se asemeja a los resultados registrados en nuestra experimentación.

Al realizar el análisis de regresión del peso final, como se observa en el grafico (4-3) en diferentes densidades de siembra (4,6 y 8 peces/m²) para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, observamos que los datos se ajustan a una tendencia lineal significativa ($P \leq 0,01$), que parte de un peso de 11,98 g, en la densidad de siembra de 4 peces/m², e incrementa en 0,19 a medida que la densidad de siembra

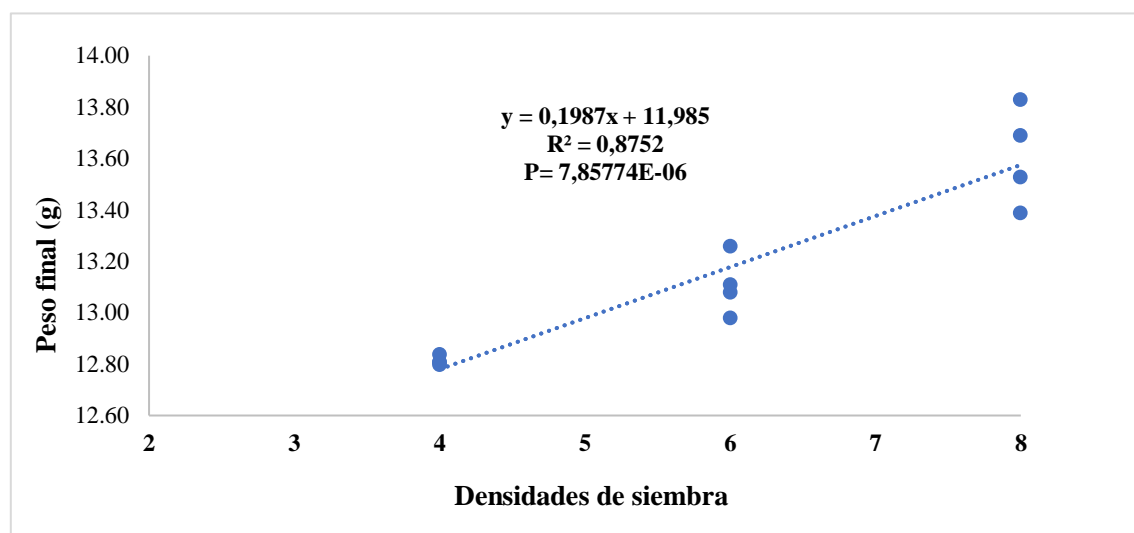


Gráfico 4-3. Regresión de la ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

crece.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Alcanzando un coeficiente de determinación (R^2) de 0,87 lo que quiere decir que el peso final en la Tilapia Roja depende en un 87 % de la densidad de siembra y que el 13% restante estará en función de otros factores como el manejo del cultivo a nivel sanitario y alimenticio, factores ambientales, disponibilidad de oxígeno en el estanque, estado fisiológico, variedad de tilapia utilizada y el comportamiento individual de los semovientes durante la experimentación.

3.1.1.3. Consumo de alimento (g)

El consumo de alimento no registro diferencias significativas en el análisis de varianza ADEVA ($P \geq 0,05$) para las diferentes densidades de siembra, la prueba de medias DGC al 0,05 determinó que el mayor consumo de alimento se registró en el tratamiento T3 (8 peces/m²), con 37,66 g, seguido por los tratamientos (T1) y (T2) con los cuales se obtuvo 37,18 y 37,02 g respectivamente, como se observa en el grafico (5-3).

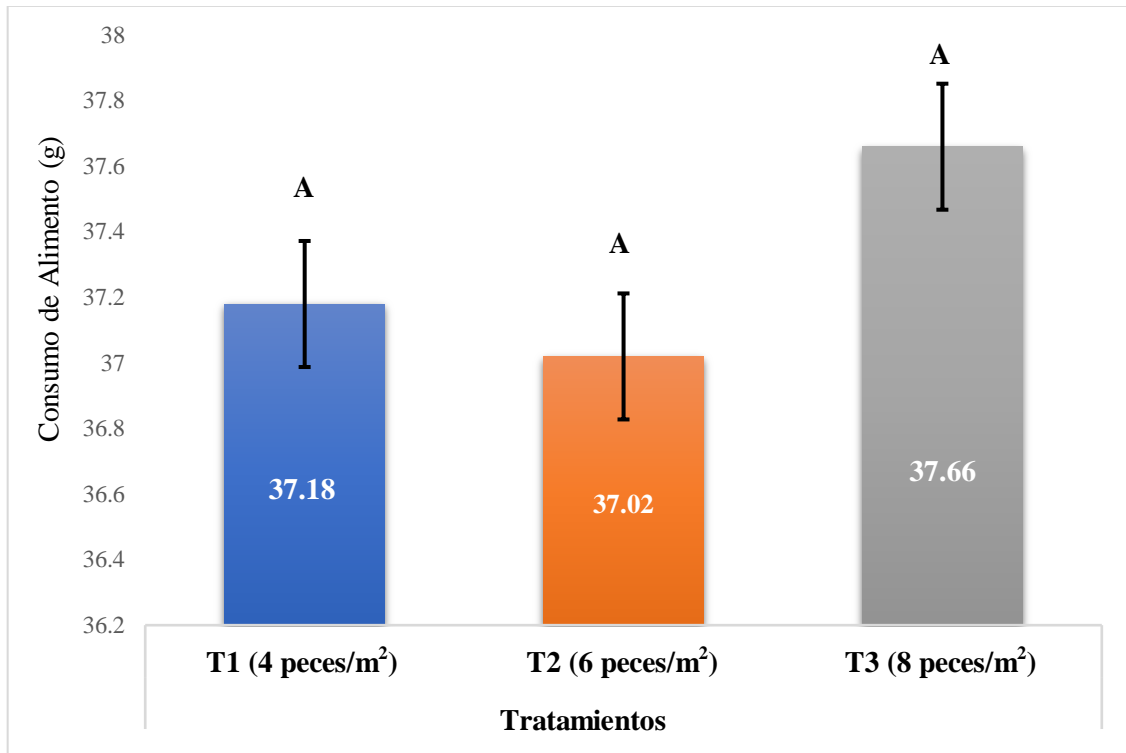


Gráfico 5-3. Consumo de alimento (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados por (Toscano,2010.p.65), quien al evaluar diferentes tipos de fertilización de estanques para crianza de tilapia registro en los primeros estadios (alevines II) donde obtuvo pesos de 37,18 g para

fertilización con gallinaza y 40,12 g al colocar en los estanques Fitobloom, registrando un promedio general de 37,28.

Al comparar la densidad de siembra relacionada con el consumo de alimento autores como (Velasco,2008,p.70),quien al estudiar el comportamiento productivo de la cachama blanca bajo diferentes densidades de siembra obtuvo consumos de 38,58 g, evaluados a los 75 días de edad en una densidad de siembra de 5 peces /m², valor que es similar al de la presente investigación.

Con respecto a los resultados obtenidos (Rincón et al.,2012,p.435), manifiestan que el consumo de alimento en la tilapia roja depende de varios factores como una buena palatabilidad, la correcta apariencia (tamaño y forma), textura y atracción (sabor y el olor) y finalmente las veces que se suministra o raciona al día el mismo.

Según (Anguas et al. 2003) la temperatura y la alimentación son los factores que más afectan el metabolismo y el crecimiento, se sabe que en condiciones naturales si la temperatura aumenta, la cantidad de alimento ingerida normalmente también aumenta, así como la tasa de digestión, de la misma forma el consumo de alimento se ven influido por cambios en varios factores bióticos y abióticos presentes en el estanque.

La respuesta a la densidad relacionada con el consumo de alimento no es la misma en todas las especies, hay que tomar en cuenta que el desarrollo o comportamiento individual de los peces se ve influenciado en el consumo y crecimiento (Anguas et al. 2003).

3.1.1.4. Ganancia de peso (g)

Al realizar el análisis de varianza de la ganancia de peso, se registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), la prueba de medias DGC al 0,05, determino que la mejor ganancia de peso se obtuvo con el tratamiento T3 (8 peces/m²) registrando 12,64 g, seguido del tratamiento T2 (6 peces/m²) con 12,12 g, mientras que con el tratamiento T3 (4 peces/m²) se obtuvo 11,86 g.

En el gráfico (6-3) se visualiza la ganancia de peso de cada tratamiento durante el tiempo de experimentación.

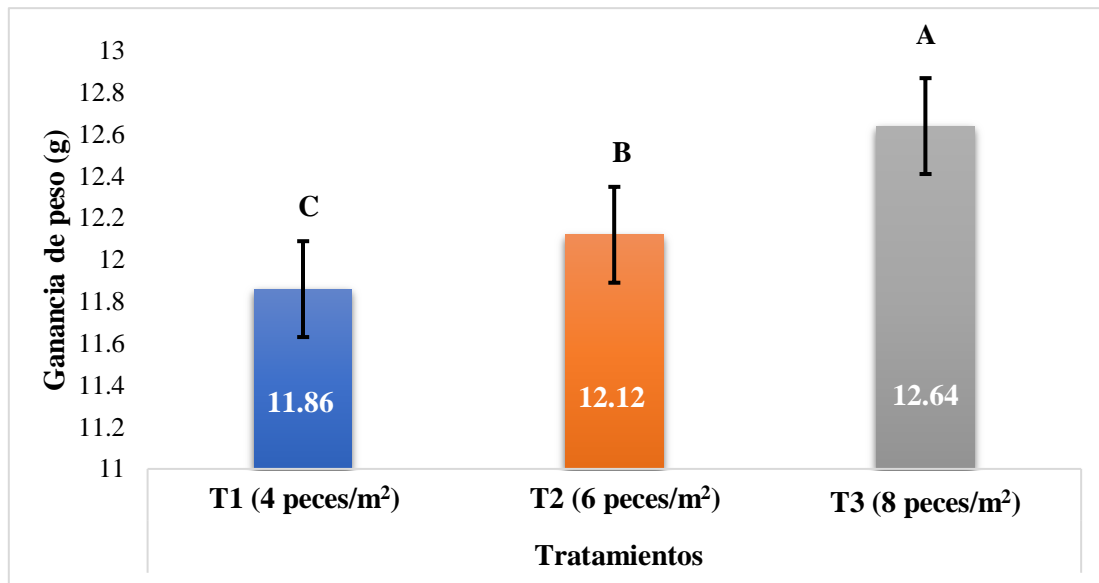


Gráfico 6-3. Ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m²) en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Según (Rivera, Hernández y Aguilar,2004,p.40), quienes evaluaron el crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México obtuvieron valores en ganancia de peso de 14,2 g para la tilapia *O. niloticus* después de ser evaluada a los 60 días valores similares a la presente investigación.

Por su parte (Rincón et al.,2012,p.435), determina que la ganancia de peso está directamente relacionada con la naturaleza de los diferentes ingredientes que constituyen de las dietas utilizadas en la alimentación de híbridos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), además de esto dependerá que la tasa de ingestión y asimilación en el organismo de los peces se vea reflejada en una mayor ganancia de peso.

En el análisis de regresión de la ganancia de peso (g), en diferentes densidades de siembra (4,6 y 8 peces/m²) para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*), en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, observamos que los datos se ajustan a una tendencia lineal significativa ($P \leq 0,01$), partiendo de un peso de 11,03 g, en la densidad de siembra de 4 peces/m², e incrementa en 0,195 a medida que la densidad de siembra crece.

Alcanzando un coeficiente de determinación (R^2) de 0,84 lo que nos permite inferir que la ganancia de peso en la Tilapia Roja depende en un 84 % de la densidad de siembra y que el 16% restante estará en función de otros factores como los componentes de la alimentación

especialmente el contenido nutricional, la forma de presentación, la palatabilidad, el tiempo de disponibilidad del mismo en el agua ente otros como se observa en el grafico (7-3).

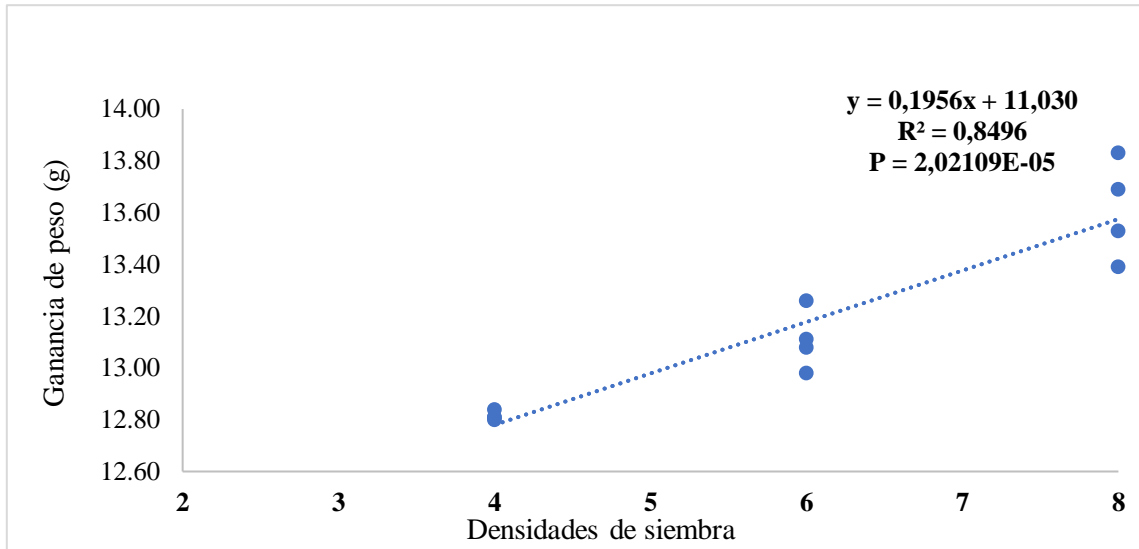


Gráfico 7-3. Regresión de la ganancia de peso (g) de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3.1.1.5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia registró diferencias altamente significativas en el análisis de varianza ADEVA ($P \leq 0,01$), la prueba de medias DGC 0,05 determinó conversiones alimenticias de 3,14 para el tratamiento T1 (4 peces/m²), 3,05 en el tratamiento T2 (6 peces/m²) y 2,98 en el tratamiento T3 (8 peces/m²), como se observa en el grafico (8-3), donde el mejor factor de conversión alimenticia durante la experimentación se registró en el tratamiento T3.

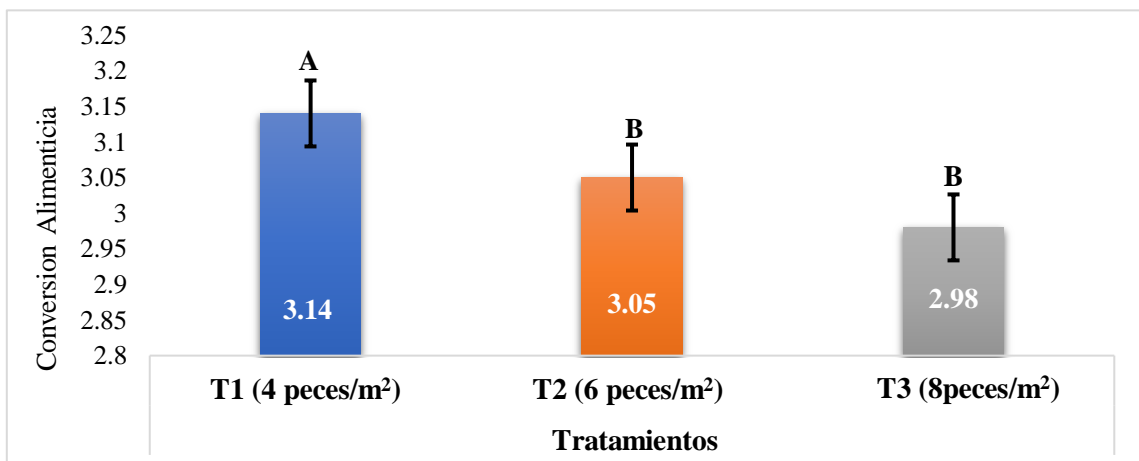


Gráfico 8-3. Conversión alimenticia de las diferentes densidades de (4, 6, 8 peces/m²) en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

Según (Trelles et al.,2019,p.824), quienes al determinar la conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var.,suprema con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú, determinan que el factor de conversión alimenticia (consumido/convertido) se encuentra directamente relacionado con el porcentaje de proteína presente en el alimento suministrado existiendo diferencias diferentes líneas genéticas o variedades de “tilapia”.

Resultados similares a los de esta investigación fueron reportados por (Rincón et al.,2012,p.434), al evaluar diferentes porcentajes de inclusión (0, 10, 20 y 30) de harina de pulpa de café deshidratada en dietas para tilapia roja, obteniendo valores de 2,03 y 1,87 para el 20 y 30 % de harina de pulpa de café deshidratada corroborando lo antes mencionado, ya que el factor de conversión alimenticia indica una mejor relación entre el alimento consumido y la biomasa ganada para la dieta con mayor concentración de proteína.

A diferencia de (Toscano,2010,p.93), quien registra conversiones alimenticias de tilapia bajo diferentes tipos de fertilización del estanque donde el factor de conversión alimenticia más eficiente fue de 1,83 evaluado a los 75 días lo que quiere decir que para convertir un kilo de alimento necesita consumir 1,83 kilos de alimento.

Al realizar el análisis de regresión de la conversión alimenticia diferentes densidades de siembra (4,6 y 8 peces/m²) para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*), en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, observamos que los datos se ajustan a una tendencia lineal significativa ($P \leq 0,01$), que parte de un factor de conversión alimenticia de 3,28 en la densidad de siembra de 4 peces/m², y posteriormente decae en -0,038 a medida que la densidad de siembra crece, grafico (9-3).

Alcanzando un coeficiente de determinación (R^2) de 0,62, permitiéndonos determinar que el índice de conversión alimenticia en la presente investigación dependió en un 84 % de las densidades de siembra utilizadas y que el 38% restante estará relacionado a otros factores ajenos a la presente investigación tales como la composición de la dieta utilizada, el estado fisiológico de los semovientes en experimentación entre otros.

En el grafico 9-3 se visualiza el análisis de regresión para la conversión alimenticia de diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

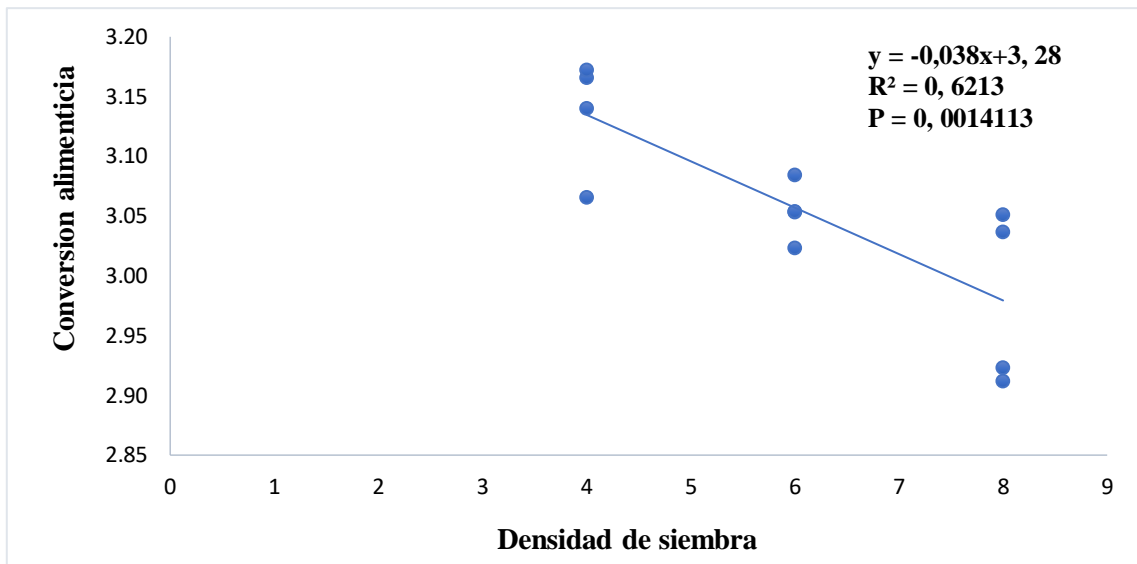


Gráfico 9-3. Regresión de la conversión alimenticia de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3.1.1.6. Mortalidad %

Al realizar el análisis de la mortalidad registrada durante el tiempo de experimentación en diferentes densidades de siembra de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*), en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza se registró la menor mortalidad en el tratamiento T2 (6 peces/m²) con 2,08 %, a diferencia de los tratamientos restantes con los cuales se obtuvo 3,13 % de mortalidad. Como se observa en el grafico (10-3).

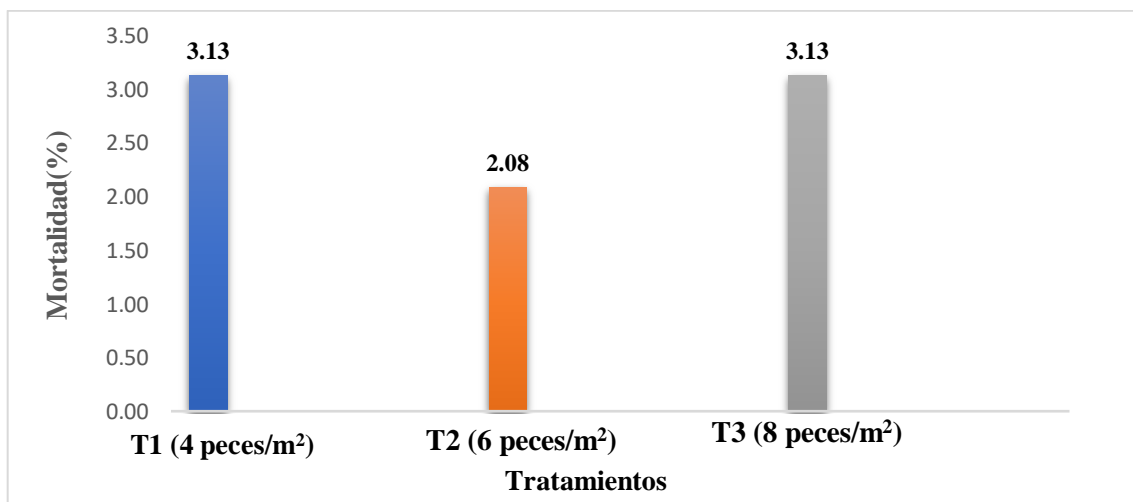


Gráfico 10-3. Mortalidad %, de las diferentes densidades de siembra (4, 6, 8 peces/m²) en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3.1.1.7. Costo unitario de producción

Se estimó el costo unitario de producción de las diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*), mediante análisis de costos por tratamiento, donde se obtuvo valores de 0,55 centavos para el tratamiento T1 (4 peces/m²), 0,42 centavos, para el tratamiento T2 (8 peces/m²) y 0,36 centavos, para el tratamiento T3 (6 peces/m²), siendo este último el menor costo de producción y por ende el más eficiente.

3.1.1.8. Análisis económico

Al realizar el análisis económico se tomaron en cuenta las estimaciones de los egresos e ingresos de la presente investigación, donde el mayor beneficio costo registro en el tratamiento T3 con una densidad de 8 peces/m², para el cual se estima un Beneficio/Costo de \$ 1,62 dólares americanos (USD), lo que quiere decir que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 0,62 centavos para los primeros estadios de en la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, a diferencia de los tratamientos T1 y T2 con los cuales se obtuvo \$1,05 y \$1,39 USD respectivamente, como se visualiza en la tabla (8-3) .

Tabla 8-3: Análisis económico de diferentes densidades de siembra para la crianza de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO (\$)	TRATAMIENTOS		
				T1	T2	T3
EGRESOS						
Alevines	Unidad	144,00	0,08	2,56	3,84	5,12
Alimento (Inicial/Polvo/50% proteína)	Kg	2,57	2,80	1,59	2,38	3,22
Alimento (Crecimiento/Granulado/38% proteína)	Kg	2,80	1,87	1,16	1,72	2,35
Cal	Kg	1,00	1,20	0,33	0,33	0,33
Alquiler piscinas	Unidad	12,00	3,00	12,00	12,00	12,00
Total de Egresos				17,64	20,27	23,03
INGRESOS						
Venta peces (pre-juveniles)	Unidad	144	0,60	18,60	28,20	37,20
Total Ingresos				18,60	28,20	37,20
Beneficio/Costo (B/C)				1,05	1,39	1,62
Costo unitario de producción/Tratamiento				0,55	0,42	0,36

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

CONCLUSIONES

El mejor comportamiento zootécnico de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza, se obtuvo en el tratamiento T3 (8 peces/m²), siendo esta densidad la óptima para el cultivo.

La densidad de siembra adecuada en la presente investigación es de 8 peces/m² correspondiente al Tratamiento 3 con pesos de 12,64 g, consumo de alimento de 33,66 g, conversión alimenticia de 2,98 y mortalidad de 3, 13 %.

El costo unitario de producción más efectivo se obtuvo en el T3 con 0,36 centavos de dólar al igual que el mejor beneficio costo para el cual se determinó \$ 1,62 dólares americanos (USD), en la crianza de Tilapia Roja de la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

RECOMENDACIONES

Realizar las mediciones experimentales en tiempos establecidos a fin de corroborar el comportamiento zootécnico y productivo en las diferentes densidades de siembra de acuerdo con el estado fisiológico del semoviente.

Utilizar la mejor densidad de siembra T3 (8 peces/m²) e incluir en los análisis experimentales factores físico químicos del estanque.

Realizar estudios utilizando como base la mejor densidad de siembra de la presente investigación e incluir fertilización orgánica o química en varios niveles en los estanques en la parroquia Fátima, provincia - cantón Pastaza y sectores aledaños.

BIBLIOGRAFÍA

ANGUAS, B., CIVERA, R., BORES, E. y ROCHA, S. Efecto de la temperatura y la densidad de cultivo sobre el crecimiento de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*. *Hidrobiológica* [en línea] 2003 (Mexico), 13 (4), pp. 309-315. ISSN 0188-8897. [Consulta: 2021-06-10] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v25n3/v25n3a11.pdf>.

BOCEK, A. *Introduccion al cultivo de la tilapia* [blog]. 2015. [Consulta: 2021-06-10] Disponible en: <https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish WHAP/TIL1 Intro Tilapia.pdf>.

CASTRO RIVERA, R., HERNÁNDEZ GIRÓN, J. y AGUILAR BENÍTEZ, G. Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca (México). *AquaTIC* [en línea] 2004 (Mexico), 1 (20), pp. 38-43. ISSN 1578-4541. [Consulta: 2021-09-11] Disponible en: http://revistaaquatic.com/aquatic/pdf/20_05.pdf.

CÓRDOVA, Pablo. Efecto de la aplicación de fertilizante orgánico tratado con microorganismos eficientes y densidad de siembra en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial Extensión .Santo Domingo- Ecuador 2013. pp. 1-124. [Consulta: 2021-11-05] Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19926/1/6473_1.pdf.

FAO. Alimentación optimizada para tilapia nilótica (*Oreochromis Niloticus*) de Senegal. *Ctaqua* [en línea], 2017 (Senegal) .pp. 46. [Consulta: 2021-11-05] Disponible en: <https://www.ong-aida.org/wp-content/uploads/2017/06/Informe-Alimentación-Tilapia-v2.pdf>.

GARCÉS, Raul. Comparacion del crecimiento y sobrevivencia de dos lineas de tilapia en estanques cubiertos con malla contra pajaros [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano-Honduras 2001. pp. 1-32. [Consulta: 2021-11-05] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2379/1/T1310.pdf>.

GUERRERO, P. y PALOMINO, A., *Manual de Cultivo de Tilapia* [blog]. 2011. [Consulta: 2021-06-10] Disponible en:

http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf

HURTADO, Nicolas. Tilapia: La alternativa social y economica del tercer milenio. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], 2013 (Lima-Perú), 53(9), pp. 1689-1699. 2013. ISSN 1098-6596. [Consulta: 2021-11-05]. Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_tilapia3milenio.pdf.

IMMERMANN, S. Reproducción de tilapias [en línea]. , Gillen 2º ed. 2019. [Consulta: 2022-02-08] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272813075_Reproduccion_de_Tilapias.

JACOME, Janeth. Comportamiento biológico de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en diferentes densidades de siembra, con dos tipos de fertilización y alimentación, Santo Domingo de los tsachilas. [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo- Ecuador 2015. pp. 1-123. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19926/1/6473_1.pdf.

JACOME, J., QUESADA, C., SANCHEZ, O., PÈREZ, J. y NIRCHIO, M., Tilapia en Ecuador : paradoja entre la producción acuícola y la protección de la biodiversidad *Ecuadoriana tion and the protection of Ecuadorian biodiversity Introducción*. [en línea], 26 (4) pp. 543-550. 2019 (Ecuador). [Consulta: 2021-11-25] Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6341/1/Cultivo de Tilapia en el Ecuador.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6341/1/Cultivo_de_Tilapia_en_el_Ecuador.pdf).

LANDIVAR, J., Cultivos en Ecuador. [blog]., pp. 78-80. 2010. [Consulta: 2021-06-10] Disponible en: https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/docs_escribe/267.

MAROTO, Wilmer. Utilización de la reversión sexual en tilapia negra cuando se aplica un tratamiento hormonal [en línea]. (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 1-61. [Consulta: 2021-12-14] Disponible en: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13390/1/17T01608.pdf>

MERINO, M., SALAZAR, G. y GÓMEZ, D. *Guía practica de piscicultura en Colombia*. [blog]., pp. 78-80. 2010. [Consulta: 2021-06-10] pp. 78-80. 2010. Disponible en: <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>.

MUTRIKUBERRI, S.A. *Conceptos de Acuicultura* [blog]., 2010. [Consulta: 2021-06-10] Disponible en: http://www.kantauri.es/archivos_PDF/01.pdf.

PALLADARES, P. y BORBOR, W. Efectos del ácido omega 3 y la combinación omega 3 – omega 6 en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en la finca "El Porvenir", pre parroquia san gabriel del baba, km. 9 via a Julio Moreno, en la zona de Santo Domingo.[en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Santo Domingo- Ecuador 2012. pp. 1-84. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5598/1/T-ESPE-IASA-II-002459.pdf>.

RINCÓN, D., VELAZQUEZ, H.A., DÁVILA, M.J., SEMPRUN, A.M., MORALES, E.D. y HERNANDEZ, J.L. Niveles de sustitución de harina de pescado por harina de *Arthrospira* (=Spirulina) maxima, en dietas experimentales para alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* [en línea], 2012 (Medellín - Colombia), 25 (3), pp. 430-437. [Consulta: 2021-11-25] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v25n3/v25n3a11.pdf>.

RÌOS, R., Cartilla practica para cultivo de la tilapia (*Oreochromis sp.*) [blog]. 2012. S.l.: s.n. ISBN 9789962899426. [Consulta: 2021-12-03]. Disponible en: [https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/8121/Cartilla práctica para el cultivo de tilapia.pdf?sequence=1](https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/8121/Cartilla_pr%C3%A1ctica_para_el_cultivo_de_tilapia.pdf?sequence=1).

RODRÌGUEZ, Rene. Análisis de su introducción al Ecuador , efectos en la alimentación local y su importancia. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad San Francisco de Quito - Colegio de Hospitalidad, Arte Culinario y Turismo- USFQ. 2017. Quito- Ecuador. pp.1-54. [Consulta: 2021-12-03]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7104/1/135296.pdf>.

SAAVEDRA, M. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua. Manual [blog]. pp. 1-27. 2006. [Consulta: 2021-12-03]. Disponible en: http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf

SPINETTI, M., FOTI, R., ARES, L. y VIERA, M. Manual básico de Piscicultura en estanques [en línea]. 2010. S.l.: s.n. ISBN 9789253066506. [Consulta: 2021-12-10]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia->

agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/manual_piscicultura_estanques.pdf.

SU, H.T. y QUINTANILLA, M. Manual de reproducción y cultivo de tilapia. *Centro de desarrollo de la pesca y acuicultura (CENDEPESCA)* [en línea], 53(9), pp. 1689-1699. 2008 (Lima-Perù). ISSN 1098-6596. [Consulta: 2021-11-25] Disponible en: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/119824/download>.

TOLEDO, J.S. y GARCÍA, M.C. Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe. *Avances en Nutrición Acuícola IV* [en línea], 537(9), 2010. Mamposton-Cuba.pp. 83-137. [Consulta: 2021-11-25] Disponible en: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/8toledo.pdf.

TOSCANO, Alonso. Evaluación de diferentes tipos de fertilización de estanques para crianza de tilapia. [en línea]. (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2010. [Consulta: 2022-01-21] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1194/1/17T0969.pdf>.

VELASCO, Luis. Comportamiento productivo de la *Piaractus brachyomus* “comportamiento productivo de la *Piaractus brachyomus* (cachama blanca) bajo diferentes densidades de siembra”. [en línea]. (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2008. [Consulta: 2022-01-20] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2367>

ZAFRA TRELLES, A.M., DÍAZ BARBOZA, M.E., DÁVILA GIL, F.A., FERNÁNDEZ CHUMBE, R.E., VELA ALVA, K.A. y GUZMÁN SANTIAGO, H.H. Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa* [en línea], 26(2), pp. 815-826. 2019 (Perú). ISSN 2413-3299. [Consulta: 2022-01-20] DOI 10.22497/arnaldoa.262.26219. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n2/a19v26n2.pdf>.

ZAPATA, Alfonso. Respuesta biológica de la trucha arcoíris frente a tres sistemas de alimentación (balanceado, lombrices de tierra y mixto)” [en línea]. (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. [Consulta: 2022-02-08] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5219/1/17T1305.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: PESO INICIAL (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA.

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
4 peces/m ²	0,95	0,96	0,96	0,97	3,84	0,96
6 peces/m ²	0,96	0,98	1,00	1,01	3,95	0,99
8 peces/m ²	1,01	0,98	0,96	0,94	3,89	0,96
Promedio general:						0,97
Coefficiente de variación:						2,26

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	Sig.
Total	0,01	11				
Tratamiento	1,50E-03	2	7,60E-04	1,57	0,2603	ns
Error	4,40E-03	9	4,80E-04			

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3. Separación de medias por DGC a α 0,05.

Tratamientos	Medias	Repet.	E.E.	DGC
T2 (6 peces/m ²)	0,99	4	0,01	A
T3 (8 peces/m ²)	0,96	4	0,01	A
T1 (4 peces/m ²)	0,96	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

ANEXO B: PESO FINAL (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA.

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
4 peces/m ²	12,81	12,80	12,81	12,84	51,26	12,81
6 peces/m ²	12,98	13,08	13,11	13,26	52,43	13,11
8 peces/m ²	13,39	13,53	13,69	13,83	54,44	13,61
Promedio general:						13,18
Coefficiente de variación:						0,98

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	Sig.
Tratamiento	1,29	2	0,65	38,6	<0,0001	**
Error	0,15	9	0,02			
Total	1,44	11				

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3. Separación de medias por DGC a α 0,05.

Tratamientos	Medias	Repet.	E.E.	DGC
T3 (8 peces/m ²)	13,61	4	0,06	A
T2 (6 peces/m ²)	13,11	4	0,06	B
T1 (4 peces/m ²)	12,82	4	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

4. Análisis de varianza de la regresión correspondiente al peso final (g) de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), a diferentes densidades de siembra en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1,26405	1,26405	70,156792	7,85774E-06
Residuos	10	0,180175	0,0180175		
Total	11	1,444225			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	11,985	0,147550486	81,22643543	1,9548E-15	11,65623703	12,313763	11,656237	12,313763
Variable X 1	0,19875	0,023728609	8,375965139	7,8577E-06	0,145879365	0,25162064	0,14587936	0,25162064

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

ANEXO C: CONSUMO DE ALIMENTO (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA.

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
4 peces/m ²	37,55	37,57	37,21	36,39	148,72	37,18
6 peces/m ²	37,08	36,95	36,62	37,41	148,05	37,01
8 peces/m ²	37,78	38,12	37,07	37,68	150,64	37,66
Promedio general:						37,28
Coefficiente de variación:						1,2

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	Sig.
Tratamiento	0,91	2	0,45	2,25	0,161	ns
Error	1,81	9	0,2			
Total	2,71	11				

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3. Separación de medias por DGC a α 0,05.

Tratamientos	Medias	Repet.	E.E.	DGC
T3 (8 peces/m ²)	37,66	4	0,22	A
T1 (4 peces/m ²)	37,18	4	0,22	A
T2 (6 peces/m ²)	37,02	4	0,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

ANEXO D: GANANCIA DE PESO (g) DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA FÁTIMA, PROVINCIA Y CANTÓN PASTAZA.

1. Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
4 peces/m ²	11,86	11,84	11,85	11,87	47,42	11,85
6 peces/m ²	12,02	12,10	12,11	12,25	48,48	12,12
8 peces/m ²	12,38	12,55	12,73	12,89	50,55	12,64
Promedio general						12,20
Coefficiente de variación						1,14

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

2. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	Sig.
Tratamiento	1,27	2	0,63	32,74	<0,0001	**
Error	0,17	9	0,02			
Total	1,44	11				

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

3. Separación de medias por DGC a α 0,05.

Tratamientos	Medias	Repet.	E.E.	DGC
T3 (8 peces/m ²)	12,64	4	0,07	A
T2 (6 peces/m ²)	12,12	4	0,07	B
T1 (4 peces/m ²)	11,86	4	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

4. Análisis de varianza de la regresión correspondiente a la ganancia de peso (g) de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), a diferentes densidades de siembra en la parroquia Fátima, provincia y cantón Pastaza.

Realizado por: Melo Benavides, José Luis, 2022.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1,2246125	1,2246125	56,51731631	2,02109E-05
Residuos	10	0,216679167	0,021667917		
Total	11	1,441291667			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	11,03041667	0,16180873	68,16947691	1,124E-14	10,66988434	11,39094899	10,6698843	11,390949
Variable X 1	0,195625	0,02602158	7,517799965	2,021E-05	0,137645316	0,253604684	0,13764532	0,25360468



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10/ 05 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: José Luis Melo Benavides
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
I. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A. UTP
Ing. Cristhian Castillo



0845-DBRA-UTP-2022