

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

“UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE SUBSUELO, PARA EL CULTIVO DE
TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN LA PLAYA SANTA ROSA,
FRONTERA PERÚ - CHILE, DISTRITO LA YARADA LOS
PALOS, COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO
DEL PESCADOR ARTESANAL”

TESIS

Presentada por:

Bach. Tonny Emerson Salazar Marmolejo

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

TACNA - PERÚ

2018


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

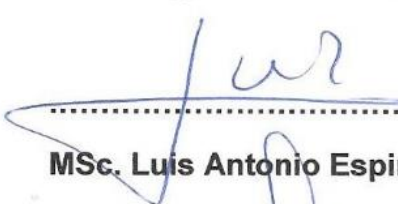
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

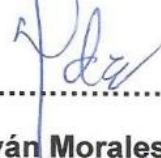
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

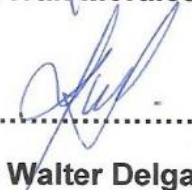
**“UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE SUBSUELO, PARA EL CULTIVO
DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN LA PLAYA SANTA ROSA,
FRONTERA PERÚ-CHILE, DISTRITO LA YARADA LOS
PALOS, COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO
DEL PESCADOR ARTESANAL”**

**SUSTENTADO Y APROBADO EL 23 DE NOVIEMBRE DEL 2018, CUYO
JURADO CALIFICADOR ESTÁ INTEGRADO POR:**

Presidente : 
.....
MSc. Magno Santos Robles Tello

Secretario : 
.....
MSc. Luis Antonio Espinoza Ramos

Vocal : 
.....
Ing. Nikita Iván Morales Cabrera

Asesor : 
.....
Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban.

A mis padres Emily Marmolejo y Zacarías Salazar que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económicamente para poder llegar a ser un gran profesional.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

*Atte. Tonny Emerson Salazar
Marmolejo.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a Dios quien nos dio el don de la perseverancia para alcanzar nuestra meta.

A mis padres, que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, llevándome alcanzar una gran meta. Los amo mucho.

A la universidad que nos abrió sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales.

A mi asesor el Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera, por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de la presente tesis.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Base teórica.....	15
2.2.1 Producción mundial.....	21
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	25
2.3 Transporte.....	27
2.4 Siembra.....	27
2.5 Fases de producción.....	27
2.6 Condiciones y parámetros de cultivo de la crianza de tilapia.....	28
2.6.1 Oxígeno.....	29
2.6.2 pH.....	30
2.6.3 Nitritos.....	30
2.6.4 Salinidad.....	31
2.6.5 Anhídrido carbónico.....	32
2.6.6 Carbonatos.....	32
2.6.7 Dureza.....	33
2.6.8 Temperatura.....	33

2.7 Cultivo de peces con agua subterráneas.....	36
2.7.1 Cuenca agotada.....	40
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1 Tipo de investigación.....	45
3.2 Lugar de ejecución.....	45
3.3 Población de estudio.....	46
3.4 Materiales y equipos.....	46
3.4.1 Registro de medidas.....	47
3.4.2 Instrumentos de medición.....	47
3.4.3 Unidades experimentales.....	48
CAPÍTULO IV. TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS.....	50
4.1 Resultados.....	50
4.1.1 Del alimento empleado.....	52
4.1.2 Factores físico químicos.....	53
4.1.2.1 Temperatura.....	54
4.1.2.2 pH.....	56
4.1.2.3 Oxígeno disuelto.....	58

4.1.2.4 Alcalinidad.....	59
4.1.2.5 Conductividad electrónica.....	61
4.1.2.6 Salinidad.....	62
4.1.2.7 Anhídrido carbónico.....	64
4.1.2.8 Carbonatos.....	65
4.1.2.9 Cloruros.....	66
4.1.3 Del alimento.....	68
4.1.4 Controles biométricos.....	69
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	72
5.1 De los análisis físicos químicos.....	72
5.2 Estadísticas del crecimiento.....	74
5.2.1 De la longitud.....	74
5.2.2 Del Peso.....	77
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Matriz de consistencia.....	11
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la tilapia.....	26
Cuadro 3. Análisis del agua de los pozos de Santa Rosa.....	42
Cuadro 4. Ingredientes de la dieta con un nivel de 30% de proteína.....	53
Cuadro 5. Registro de temperatura durante el periodo de trabajo.....	55
Cuadro 6. Registro de pH durante el periodo de trabajo.....	57
Cuadro 7. Registro de oxígeno disuelto durante el periodo de trabajo....	58
Cuadro 8. Registro de alcalinidad durante el periodo de trabajo.....	60
Cuadro 9. Registro de conductividad eléctrica durante el periodo de trabajo.....	61
Cuadro 10. Registro de salinidad durante el periodo de trabajo.....	63
Cuadro 11. Registro de anhídrido carbónico durante el periodo de trabajo	64

Cuadro 12. Registro de carbonatos durante el periodo de trabajo.....	66
Cuadro 13. Registro de cloruros durante el periodo de trabajo.....	67
Cuadro 14. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de Noviembre.....	70
Cuadro 15. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de Diciembre	70
Cuadro 16. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de enero.....	71
Cuadro 17. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de febrero....	71
Cuadro 18. Distribución de longitudes del mes de noviembre.....	95
Cuadro 19. Distribución de longitudes del mes de diciembre.....	96
Cuadro 20. Distribución de longitudes del mes de enero.....	97
Cuadro 21. Distribución de longitudes del mes de febrero.....	98
Cuadro 22. Distribución de peso del mes de noviembre.....	99
Cuadro 23. Distribución de peso del mes de diciembre.....	100
Cuadro 24. Distribución de peso del mes de enero.....	101
Cuadro 25. Distribución de peso del mes de febrero.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	25
Figura 2. Tinas plásticas con peces.....	51
Figura 3. <i>Ictiómetro y balanza</i>	52
<i>Figura 4. Datos de temperatura quincenal en el periodo de trabajo....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 5. Datos del pH durante el periodo de trabajo.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 6. Datos de oxígeno disuelto durante el periodo de trabajo....</i>	<i>59</i>
Figura 7. Datos de Alcalinidad durante el periodo de trabajo.....	60
Figura 8. Datos de Conductividad eléctrica durante el periodo de trabajo	62
Figura 9. Comportamiento de salinidad durante el periodo de trabajo.....	63
Figura 10. Comportamiento anhídrido carbónico durante el periodo de trabajo.....	65

Figura 11. Comportamiento de carbonato durante el periodo de trabajo.	66
Figura 12. Comportamiento de cloruros durante el periodo de trabajo....	67
Figura 13. Distribución de longitudes 15 de noviembre.....	95
Figura 14. Distribución de longitudes 15 de diciembre.....	96
Figura 15. Distribución de longitudes 15 de enero.....	97
Figura 16. Distribución de longitudes 15 de febrero.....	98
Figura 17. Distribución de pesos 15 de noviembre.....	99
Figura 18. Distribución de pesos 15 de diciembre.....	100
Figura 29. Distribución de pesos 15 de enero.....	102
Figura 20. Distribución de pesos 15 de febrero.....	104

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue: Realizar un estudio sobre la probable utilización de las aguas de subsuelo, para el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en la playa Santa Rosa, frontera Perú - Chile, distrito la Yarada Los Palos, como alternativa de desarrollo del pescador artesanal. Donde, los parámetros físico químicos determinados durante el periodo de trabajo, están dentro del rango permisible para el desarrollo de tilapia, valores como la temperatura que fluctuó entre 21,8 y 24,4 °C, el oxígeno disuelto fue de 5,78 mg/l, el pH tuvo un promedio de 7,69, la conductividad con valores entre 1,94 y 4,50 mS/cm; finalmente una salinidad que fluctúa entre 1,26 y 2,92 o/oo durante el periodo de trabajo. Estos valores permiten la crianza de tilapia y viene a ser una alternativa para la mejora de calidad de vida del pescador artesanal. Los valores de longitud promedio de las tilapias son directamente proporcionales con su peso, Finalmente Se acondiciono un ambiente para el cultivo de tilapia, alimentado con agua de subsuelo, agua que permanentemente permitía tener un tirante de 0,80 m, el largo de 12 m y el ancho de 5m.

Palabras clave: *Tilapia, agua de subsuelo, estanque.*

ABSTRACT

The objective of this work was: To carry out a study on the probable utilization of subsoil waters, for the cultivation of *Oreochromis niloticus* tilapia in Santa Rosa beach, Peru - Chile border, Yarada Los Palos district, as fisherman development alternative artisanal. Where, the physical and chemical parameters determined during the work period, are within the allowable range for the development of tilapia, values such as the temperature that fluctuated between 21,8 and 24,4 ° C, the dissolved oxygen was 5,78 mg / l, the pH averaged 7,69, the conductivity with values between 1,94 and 4,50 mS / cm; finally a salinity that fluctuates between 1,26 and 2,92 o / oo during the work period. These values allow the rearing of tilapia and it becomes an alternative for improving the quality of life of the artisanal fisherman. The average length values of the tilapia are directly proportional to their weight. Finally, an environment for the tilapia culture was conditioned, fed with water from the subsoil, water that permanently allowed to have a tether of 0,80 m, the length of 12 m the width of 5 m.

Keywords: Tilapia, subsoil water, pond

INTRODUCCIÓN

La tilapia es una especie íctica, cuyo cultivo se inició en 1820 en África, y desde allí, se ha extendido a gran parte del mundo, siendo considerada la tercera especie más cultivada después de la carpa y los salmónidos; asimismo, esta especie viene incrementando anualmente su cultivo, a tal punto que se viene cultivando en 85 países y es considerada la especie cuyo cultivo será el más importante de la centuria que recién se inicia. La acuicultura de la tilapia, en nuestro país, aún es incipiente para el grado de avance que muestran otros países latinoamericanos, como Brasil, Colombia, Ecuador, entre otros, (Viceministerio de Pesquería 2004).

A partir del análisis del entorno, industria, mercado, así como la estimación de la demanda de la tilapia (*Oreochromis niloticus*), se debe resaltar que el consumo interno de la citada especie, ha tenido tal crecimiento en los últimos años que se ha duplicado en los tres últimos, habiendo pasado de 777 toneladas en el año 2009 a una proyección de 1404 toneladas para el año 2013. Por otro, lado las exportaciones peruanas de tilapia que también han crecido en los últimos años, aún representan menos del 1% de las exportaciones peruanas de productos

acuícolas, siendo en el año 2011 de \$1 186 316 para tilapia, frente a \$229 228 796 del total de productos acuícolas.

Asimismo, Estados Unidos de América con \$1 047 523 es el principal destino de las exportaciones de tilapia, representando el 88% de las exportaciones peruanas de esta especie. Esto representa un potencial muy grande de mercado para este producto, (Ministerio de la Producción. – Universidad ESAN 2014).

La región Tacna, está ubicada en una de las zonas más áridas del mundo, en la cabecera del desierto de Atacama, los recursos hídricos son mínimos, la escasez de agua se presenta día a día; sin embargo, en estas circunstancias se encuentran fuentes de agua, las aguas subterráneas que provienen de los diversos acuíferos de las zonas alto andinas y que llegan al mar. Una de estas zonas beneficiadas es el recientemente creado distrito de la Yarada Los Palos, ubicado en la frontera con Chile.

Estas fuentes de agua, permiten ver la posibilidad de criar recursos hidrobiológicos de aguas continentales y una fuente de ingreso para las asociaciones de pesadores artesanales allí ubicadas.

Los pescadores artesanales agrupados en estas organizaciones, han visto reducidos sus ingresos como consecuencia de la disminución de la pesca, buscando nuevas alternativas en el desarrollo de la acuicultura para una mejor calidad de vida, para ello se plantea realizar un estudio sobre la probable utilización de las aguas de subsuelo, para el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en la playa Santa Rosa, frontera Perú Chile, distrito la Yarada-Los Palos, como alternativa de desarrollo del pescador artesanal.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La producción mundial de pescado sigue creciendo a un ritmo más rápido que la población mundial y la acuicultura se mantiene como uno de los sectores de producción de alimentos de más rápido crecimiento. En 2012, la acuicultura estableció otro máximo histórico de producción y ahora proporciona casi la mitad del pescado destinado a la alimentación humana. Se prevé que esta proporción aumente un 62 % para el 2030, debido a la estabilización del rendimiento de la pesca de captura salvaje y al aumento considerable de la demanda de una nueva clase media mundial. Si se desarrolla y practica responsablemente, la acuicultura puede generar beneficios duraderos para la seguridad alimentaria mundial y el crecimiento económico, (FAO 2014).

China, ha sido responsable de la mayor parte del aumento de la disponibilidad de pescado, como consecuencia de la expansión espectacular de su producción pesquera, especialmente de la

acuicultura. Su consumo de pescado per cápita aumentó asimismo a una tasa media anual del 6,0 % en el período 1990-2010 hasta unos 35,1 kg en 2010. En el resto del mundo, el suministro anual de pescado per cápita correspondió a unos 15,4 kg en 2010 (11,4 kg en el decenio de 1960 y 13,5 kg en el decenio de 1990), (FAO: 2014).

La FAO fomenta el “crecimiento azul” como un enfoque coherente para la ordenación sostenible, integrada y sensible a los aspectos socioeconómicos de los océanos y humedales, prestando especial interés a la pesca de captura, la acuicultura, los servicios ecosistémicos, el comercio y la protección social de las comunidades costeras. El marco de “crecimiento azul”, promueve la pesca y la acuicultura responsable y sostenible mediante un enfoque integrado en el que participen todas las partes interesadas. Mediante el desarrollo de la capacidad, fortalecerá el entorno normativo, los mecanismos institucionales y los procesos de colaboración que mejoren las condiciones de las comunidades pesqueras y acuícolas, las organizaciones de la sociedad civil y las entidades públicas (FAO, 2014).

Al igual que en otros subsectores agrícolas, el empleo de especies introducidas ha desempeñado una importante función en la

producción acuícola, especialmente en Asia. La producción de tilapia fuera de África, ascendió a 2,4 millones de toneladas en 2008, lo que constituye el 8% de todos los peces de aleta producidos en agua dulce y agua salobre fuera de África. En Filipinas, Indonesia, Tailandia, Malasia y China, la producción de tilapia representó el 34,7%; 19,5%; 15,3%; 14,3% y 3,4% respectivamente, de sus producciones acuícolas nacionales (FAO, 2012).

En la región sur y especialmente en la región Tacna, existen zonas aptas para el desarrollo de la acuicultura, no solo de aguas frías si no también templadas, esto conlleva a realizar investigaciones del efecto de los diferentes factores físico-químicos, biológicos y el efecto de los diferentes niveles proteicos en el desarrollo de las especies aptas para el cultivo. En la especie que poco o casi nada se ha investigado es en el cultivo de tilapia, siendo la especie que más soporta aguas de esta naturaleza: la tilapia chiltralada (*Oreochromis niloticus*).

Si bien es cierto, Tacna se encuentra en zona de cabecera de uno de los desiertos más áridos del mundo, como es el desierto de Atacama, es también cierto que existen fuentes de agua que han sido

explotadas deficientemente o no han sido explotadas, como es el caso de la napa freática próxima al litoral y cuyas aguas discurren directamente al mar; en tal sentido es importante realizar una investigación respecto a la utilización que se puede hacer de estas aguas y que mejor con el uso para la acuicultura, considerando lo manifestado anteriormente por la FAO (FAO, 2012).

Por ello es de importancia desarrollar trabajos que conlleven a conocer el comportamiento de la especie en estas zonas y ver la posibilidad de mejorar la calidad de vida del pescador artesanal al tener como alternativa la acuicultura, pasando de un neto extractor a un acuicultor. Por último, en la región Tacna existe ausencia de investigación para desarrollar cultivos acuícolas de diferentes especies, en consecuencia, el desarrollo en esta área es hasta la actualidad deficiente, entre los factores más resaltantes está la falta de semilla para cultivos comerciales y tecnologías de cultivo, escasa disponibilidad de recursos hídricos y lo poco que se tienen no se utilizan racionalmente (FAO, 2012).

1.2 Planteamiento del problema y justificación

1.2.1 Importancia del problema y justificación de la investigación

Se basa en la falta de investigación en acuicultura continental en el departamento de Tacna, de igual manera la falta de conocimiento de la utilización de las aguas de subsuelo y en zonas cercanas al litoral de Tacna; asimismo y considerando la tilapia como la tercera especie de mayor producción en el Perú, y no existiendo disponibilidad de semilla en la región Tacna, el proyecto ve a futuro la posibilidad de realizar cultivos comerciales, por lo que es conveniente realizar un cultivo, bajo las condiciones ambientales que se tienen en el área de trabajo, así como definir la calidad de agua. Se quiere, también, dar una alternativa para la mejorar de calidad de vida del pescador artesanal, considerando que la pesca ha decaído y el pescador no tiene otra alternativa.

El cultivo de tilapia es de alto rendimiento en nuestro país, reúne una serie de condiciones favorables que estimulan su desarrollo e inversión: abundancia de recursos naturales que reúnen condiciones de alta viabilidad, gran experiencia y

desarrollo tecnológico, insumos de excelente calidad, el desarrollo genético de líneas y variedad es con un alto grado de crecimiento y ganancia de peso. Por todo lo expresado se justifica la realización del presente proyecto de tesis.

1.3 Delimitación de la investigación

Existe en la región fuentes de aguas subterráneas que vienen siendo utilizadas única y exclusivamente para la agricultura; sin embargo, hoy en día se presentan alternativas que pueden diversificar el uso de este tipo de aguas, como es el caso las aguas de subsuelo que se utilizan para el cultivo de peces, caso de la tilapia (*Oreochromis niloticus*).

1.4 Objetivos e hipótesis

1.4.1 Objetivo general.

Realizar un estudio, sobre la probable utilización de las aguas de subsuelo para el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en la playa Santa Rosa, frontera Perú Chile, distrito la Yarada Los Palos, como alternativa de desarrollo del pescador artesanal.

1.4.2 Objetivos específicos

- Acondicionar un ambiente para el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en la playa Santa Rosa, frontera Perú Chile, distrito la Yarada Los Palos, utilizando aguas de subsuelo.
- Cultivar tilapia *Oreochromis niloticus* en un estanque artesanal y en las condiciones de la zona de estudio.
- Evaluar los parámetros físicos y químicos del recurso hídrico utilizado en la crianza de tilapia.

1.4.3 Hipótesis

Es posible desarrollar un cultivo de tilapia ***Oreochromis niloticus*** en la zona de Santa Rosa, Distrito de La Yarada Los Palos, provincia de Tacna - Región Tacna.

1.4.4 Variables

Por tratarse de una tesis descriptiva, se evaluará principalmente las características del estanque, las condiciones de crecimiento del recurso tilapia, en cuanto a talla y peso se refiere, asimismo se preparará un alimento con insumos de la región y finalmente se obtendrán datos de talla y peso,

aplicándose fórmulas estadísticas de: media, mediana, moda, varianza, desviación estándar. Coeficiente de regresión y una regresión lineal para ver la correlación entre talla y peso.

1.4.5 Matriz de consistencia

En el cuadro 1 se presenta la matriz de consistencia

Cuadro 1. Matriz de consistencia

Variable	Concepto	Dimensión	Indicadores
Estanque	Ambiente artesanal de crianza para peces.	m	Largo, ancho, tirante de agua.
Crecimiento	Desarrollo de un organismo, la progresión de los estados vitales de un ser vivo.	cm g	Incremento de talla y peso de los organismos
Parámetros físico químicos del agua	La temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, los carbonatos, la conductividad.	°C, mg/l, mS.	Factores que permiten un normal desarrollo del recurso en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

Efecto de tres niveles de proteínas en el desarrollo del periodo de alevinaje de tilapia chitralada *Oreochromis niloticus* en tanques de eternit en la UNJBG – Tacna. En el año 2013, se desarrolló el trabajo de investigación indicado a cargo de la bachiller Carmen Sánchez Palma.

Se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto de la proteína de la dieta en el desarrollo de la Tilapia Chitralada durante el periodo de alevinaje.

Objetivos específicos

- i. Determinar el efecto de la proteína en la talla, tasa de crecimiento y el peso de la Tilapia chitralada en el periodo de alevinaje.

- ii. Determinar la dieta de proteínas que maximiza la talla, tasa de crecimiento y peso de la tilapia chitralada durante el periodo de alevinaje
- iii. Evaluar los factores abióticos en el desarrollo de la tilapia chitralada durante el periodo de alevinaje.

Las conclusiones a las cuales llega en el trabajo fueron:

1. Los niveles de proteína de las dietas no fueron significativos (p valor $>0,05$) para el crecimiento absoluto CA y relativo CR, así como en sus respectivas tasas de crecimiento TCA TCR y TCE de la talla y peso. Sin embargo, se observó que con respecto al peso, a medida que se incrementa el nivel de proteínas también aumenta la TCR y TCE, pero con la consecuente disminución de la TCA. Con respecto a la talla los valores máximos registrados corresponden a la dieta con 35% de proteínas.
2. Se seleccionó la dieta con 30% de proteínas como la más adecuada para maximizar el desarrollo de los alevines de tilapia, con suministro de oxígeno disuelto de 4,5 ppm. Dicha dieta genera para el peso la mayor TCA (0,266g/día), pero menores TCE (3,72 %/día) y TCR (32,541 g/100 días); así también para la

talla genera TCA (0,093 cm/día), TCE 1,34 %/día y TCR 2,610 cm/100 días.

3. Las diferencias del contenido de oxígeno disuelto en el agua no resultó significativo entre los tratamientos. Asimismo la temperatura durante el periodo de crecimiento fluctuó entre 24,5 a 25,7°C.

En el año 2013 se desarrolló una tesis de investigación a cargo del Bachiller Roberto Gómez, con la denominación:

“Determinación del efecto de la densidad (peces/m²) en el crecimiento durante el periodo de juvenil a adulto de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013”

Objetivo general

Determinar el efecto de la densidad (peces/m²) en el crecimiento durante el periodo de juvenil a adulto de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013”

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres niveles de densidad (5, 10 y 15 peces/m²) en el crecimiento de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Determinar los parámetros físicos químicos del agua durante el período de crecimiento.

Conclusiones

- La densidad que mejores condiciones de crecimiento tanto en talla como en peso resulto ser la de 15 peces/m².

2.2 Base Teórica

Los peces denominados genéricamente "tilapias" han suscitado y recibido, quizás, mayor atención que cualquier otro grupo de peces en todo el mundo (Huet, 1980). La tilapia, nombre común que en idioma "swahili", significa pez, incluye los géneros Tilapia y Oreochromis entre otros, (con más de 100 especies), que son originarias de África; extendiéndose posteriormente hacia el norte de Israel y Jordán (Balarin, 1988). Luego de la Segunda Guerra Mundial, fueron introducidas desde su origen a varios países de Asia y América. Según (Huet, 1980) ya se encontraban introducidas en Haití,

Estados Unidos, República Dominicana, Jamaica, Trinidad, Guayana Británica, El Salvador y Nicaragua en el Hemisferio Occidental y en Filipinas, Taiwán, Sri Lanka, Tailandia, en Oriente.

Según FAO (2000), en lo que respecta a los cultivos de peces, actualmente, se informa sobre cultivos comerciales en más de 65 países, estando la mayoría de éstos situados en los trópicos y subtrópicos.

Asimismo, las tilapias, situadas muy abajo en la cadena trófica natural, debido a su alimentación a base de algas, materia en descomposición y plancton, aceptan también rápidamente alimento balanceado en forma de pastillas o pellets. Las especies del género *Oreochromis*, son las de mayor aceptación en cultivo comercial, destacándose entre ellas la *O. niloticus*, llamada "tilapia del Nilo", la *O. aureus*, llamada "tilapia azul" y las *Oreochromis* spp. o "tilapias rojas".

Por sus hábitos alimentarios, ya mencionados, y por sus posibilidades de soportar condiciones adversas en cultivo, con amplia tolerancia y rápido crecimiento, parecieron ser ideales en la década

del '60 a los gobiernos de la región latinoamericana que impulsaron su introducción para su desarrollo en estanques. Dentro de la bibliografía editada por la FAO, durante ese periodo, se puede constatar una gran cantidad de proyectos y trabajos dedicados, con exclusividad, a las "tilapias". Los objetivos, apuntaban entonces al desarrollo de una piscicultura extensiva (a baja densidad) de bajo costo y para "autoconsumo", con la finalidad de mejorar la ingestión de proteína de alta calidad en las clases sociales de bajo poder adquisitivo.

Los proyectos fueron desarrollados en su mayoría como "cultivos mixtos" y "policultivos", asociados a cerdos o patos o ganado en el primer caso y a otras especies de peces (carpas y otros) en el segundo.

Sin embargo, pocos de los proyectos iniciados con el objetivo de "piscicultura rural de subsistencia", dieron los resultados esperados, si bien se obtuvieron resultados en el área de investigación, que posteriormente contribuyeron al desarrollo comercial de esas especies.

Las "tilapias", demostraron ser peces con rápida maduración y

numerosos desoves anuales, reproduciéndose en los estanques a una temprana edad (dos a tres meses) y cada 30 días si las temperaturas eran aptas; generando una sobrepoblación con exceso de peces pequeños, sin valor comercial, ni tampoco útiles para el consumo familiar.

Este hecho, unido a la falta de planificación en muchos casos y a la ausencia de asesoramiento continuo al pequeño productor, llevó al fracaso de la mayoría de los proyectos que eran, en general, subsidiados por los gobiernos. Al finalizar el subsidio, el pequeño productor campesino, abandonaba el cultivo. Además, es importante destacar la ausencia de cultura de ingesta de pescado, que en general existía en ese entonces en América Latina (FAO,2000).

Según Sahuquillo y cols, (2009), citado por Llanes, O. et al (2013) la ventaja principal del agua de subsuelo, (además de su calidad), es que su temperatura se mantiene constante a lo largo del año (en general 18 °C en clima cálido y templado) a su salida, lo cual es ideal para los peces, al ser muy sensibles a los cambios de la temperatura. Por lo general, las aguas subterráneas o subsuelo, mantienen la temperatura promedio ambiental de una región y su

calidad es diferente, de acuerdo a la geología; asimismo, indica que puede tener altos o bajos contenidos de minerales y sales (hierro y otros elementos químicos); los cuales en exceso son dañinos para los peces -por ejemplo el hierro- pero son los análisis previos los que determinarán sus concentraciones. Una de las desventajas del agua subterránea es la ausencia de oxígeno, sin embargo, éste se puede agregar al bombear el agua hacia la superficie.

Las tilapias son una paradoja de la reproducción, la fecundidad relativa de la especie es baja; sin embargo, esto es compensado por una alta tasa de supervivencia. Idealmente, una especie de pez usado en la acuicultura no debe reproducirse en el ambiente de cultivo antes de alcanzar su talla comercial. Las mayorías de especies de tilapia, frecuentemente alcanzan su madurez sexual entre los 6 a 8 meses, a un peso de menos de 100 g.

La tilapia tiene numerosas ventajas para la acuicultura; no obstante, su capacidad para reproducirse en los estanques de cultivo ha dado origen a varias técnicas para controlar la reproducción no deseada. Técnicas como la manipulación de la población, el

policultivo con depredadores y el cultivo monosexo, vienen siendo usados para controlar a la tilapia.

De acuerdo a Beaven U, Muposhi V (2012), el cultivo todos machos de tilapia es el preferido debido a su rápido crecimiento. Varias técnicas vienen siendo usadas para producir tilapias monosexo, entre las cuales se incluye: sexado manual, hibridización, manipulación genética y reversión sexual.

Científicos de la Chinhoyi University of Technology investigaron la eficacia de la hormona 17- α metil testosterona (MT) para producir una población monosexo de alevinos de tilapia bajo condiciones tropicales.

Según los resultados de los científicos, los individuos alimentados con una dieta suplementada con MT, tuvieron una mayor tasa de crecimiento y de supervivencia, comparado con el grupo control.

Determinadas especies del género *Oreochromis*, han encontrado un nicho de mercado debido a sus características

organolépticas y a su semejanza con algunos peces marinos, tipo pargo, besugo o mero. Los datos estadísticos de la FAO 1994 (publicados en 1996) sobre producción mundial.

2.2.1 Producción Mundial

Los principales diez productores de tilapia, proveyeron el 88% de la producción total en el 2011, que totalizó 3 585 400 toneladas. Indonesia y Brasil registraron el mayor crecimiento respecto al 2010, +31% y +63% respectivamente. Por el contrario, la producción China fue menor como resultado de las severas condiciones climáticas y problemas sanitarios, (INFOPECSA 2013).

De acuerdo a PRODUCE (2013) y en lo que se refiere a la producción de tilapia, en el anuario estadístico correspondiente, se puede observar que en el Perú, las regiones que aportan las mayores producciones de tilapia son Piura (88 %) y San Martín (11 %). Los volúmenes de producción de Piura se incrementaron de 7,8 t (2002) a 1 550 t (2008) y la de San Martín de 39 t (2000) a 146 t (2008). Asimismo, PRODUCE y ESAN (2014), indican que a

nivel nacional, los principales actores del sector acuícola, son pequeñas y medianas empresas (49%), comunidades campesinas y nativas (47%) y empresas acuícolas. Las primeras tienen un fin comercial y un enfoque en el mercado, los segundos desarrollan la acuicultura como medio de subsistencia, y las terceras poseen un importante componente tecnológico y mantienen volúmenes de interés tanto para el mercado interno como para la exportación.

El paulatino pero sostenido crecimiento del consumo interno, pero sobre todo la demanda externa, en especial la estadounidense y europea, vienen impulsando la producción peruana en los últimos años.

PRODUCE y ESAN (2014), señalan, que aun no se puede decir que el Perú sea un país exportador de tilapia. Las experiencias de las últimas décadas han sido breves, las cuales si iniciaron con el aprovechamiento de las aguas de la laguna La Niña, pero los envíos al exterior descendieron al mismo ritmo que lo hizo la productividad de esta laguna.

En la actualidad, no hay una partida arancelaria específica para el comercio exterior de la tilapia. Esto dificulta el acopio de información y su análisis, ya que las exportaciones de tilapia se registran en conjunto con el de otras especies, dificultando la identificación de los volúmenes exportados y las empresas exportadoras.

Actualmente, los supermercados se han convertido en el canal de comercialización más importante para los productos acuícolas. En estos, la tilapia entera se vende a S/. 7,00 el kilo y la tilapia en filete a más de S/. 20,00. Se estima que, la demanda en este canal, supera las 360 t anuales en la ciudad de Lima. Como la tilapia que se oferta en este canal se produce en un medio acuícola, un medio controlado, no solo se garantiza un producto saludable, sino que se resguarda la sostenibilidad del recurso.

Por último, PRODUCE y ESAN (2014), indican que Estados Unidos es el principal importador de tilapia a nivel mundial, presentando un crecimiento sostenido desde el año 2000 de 23,8% anual en volumen y 30% en valor monetario, llegando a

una importación de 192,900 t en el año 2011, de las cuales el 47% es de filete congelado, 38% entero y 15% de filete fresco. Se puede apreciar que, como producto, la tilapia se encuentra en la etapa de crecimiento del ciclo del producto. Así mismo, el precio de la tilapia en el mercado norteamericano y en el europeo mantiene una ligera tendencia al alza, mientras que el volumen demandado aumenta, influenciado por el crecimiento demográfico de comunidades con costumbres que incluyen el consumo de pescado en ellas, tales como las colonias árabes, latina, asiática, además de los mismos norteamericanos y europeos, que buscan alimentos más sanos (ESAN, 2014).

En el exterior, esta especie hidrobiológica fue enviada a tres destinos en el primer bimestre del año. El principal fue Estados Unidos (US\$ 396,400) que concentró el 91,2% del total y logró un incremento de 66,2%. Los otros dos fueron Ecuador y Francia.

El gremio señaló que, pese a tener competidores en la región que son bastante fuertes, como Colombia y Ecuador, Perú identificó un pequeño nicho en Estados Unidos (ESAN, 2014).

Sin embargo, otras empresas exportadoras de Centroamérica

que están más cerca a nuestro segundo socio comercial, la envían refrigerada y son más competitivas. En el mercado local, la tilapia peruana compite con la proveniente de China, que ingresa al Perú con arancel cero. Hay que referir que, los productores locales, sí pagan IGV, lo que encarece un poco más el precio en comparación con la de origen asiático (ESAN, 2014).

La segunda especie, procedente de la acuicultura, más importante en el mercado interno peruano es la tilapia, comercializándose mayoritariamente en los mercados pesqueros de Lima y supermercados. Del mismo modo, en provincias su comercialización se da en mercados y supermercados. La demanda se ha incrementado considerablemente en comparación con la de otras especies. Asimismo, las principales presentaciones son filete fresco (77%), tilapia entera congelada (18%) y filete congelado (6%); siendo Estados Unidos, Italia y Ecuador los principales mercados.

2.2.2 Clasificación taxonómica

En el cuadro 2, se observa la clasificación taxonómica, y en la figura 1, de la tilapia.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la tilapia

Phyllum:	Vertebrata
Sub Phylum:	Craneata
Super clase:	Gnostomata
Clase:	Teleostomi
Sub clase:	Actinoptergii
Orden:	Perciformes
Sub orden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	Oreochromis
Especie:	O. niloticu

Fuente: FONDEPES, (2004).



Figura 1. Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: FONDEPES, (2004).

2.3 Transporte

Es necesario contar con herramientas apropiadas, tales como bolsas plásticas resistentes, tinas bateas o cajas de tecnopor. La proporción de llenado en estos recipientes es de 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno (FONDEPES, 2004).

2.4 Siembra

Se debe aclimatar previamente, y realizar el conteo de una muestra o de toda la población. Para la aclimatación de los peces, el agua de transporte de los alevinos, se debe mezclar aproximadamente 30 minutos con el agua del estanque que se va a sembrar. (FONDEPES, 2004).

2.5 Fases de producción

a)Pre Cría

Con pesos de 1 a 5 g, estanques entre 350 a 800 m² y la densidad de siembra es de 100 a 150 peces/m². Con dietas con 45 % de proteínas y una cantidad equivalente del 10 al 15% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 8 a 10 veces diarias (FONDEPES, 2004).

b) Juvenil o crecimiento

Entre 50 y 150 g, en tanques de 400 a 1500 m², con una densidad de 20 a 50 peces/m². Con dietas con 40 % de proteínas, suministrándole la cantidad de alimento entre el 6 a 10 % de la biomasa, distribuidos entre 4 a 6 raciones al día (FONDEPES, 2004).

c) Engorde

Desde los 150 g hasta el peso de cosecha, en estanques de 1 000 a 5 000 m², con densidades de 1 a 40 peces/m². “Para densidades mayores de 15 peces/m², se necesitan sistemas de aireación. Con alimento de 28 a 32 % de proteína, suministrando entre el 1,5 a 3% de la biomasa, distribuida diariamente de 3 a 4 veces (FONDEPES, 2004).

2.6 Condiciones y parámetros de cultivo de la crianza de tilapia

Las tilapias cultivadas habitan, por lo general, en aguas lenticas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen, bajo estas condiciones diferentes y variables, es importante considerar la medición de la calidad de agua para garantizar un crecimiento adecuado (Huet, 1980). Según Pickering, citado por (FONDEPES, 2004), el oxígeno, el

pH, el nitritos, amonio y la temperatura son los parámetros físico-químicos de mayor cuidado en el cultivo de especies acuáticas.

2.6.1 Oxígeno:

De acuerdo a (López y Cruz, 2011), y en relación al parámetro químico de Oxígeno disuelto en el medio ambiente, la tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido, precisamente, a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno, aun cuando la presión parcial de este último sea baja. Asimismo, la Tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/l).

Según Saavedra (2006), citado por Patti, J. Esteve M., y Gaviria, J. (2011), el consumo de oxígeno como parámetro indicador del metabolismo en los organismos aeróbicos, permite determinar el flujo de agua o la aireación, requeridos para mantener los niveles de oxígeno disuelto que demanda una dada especie sometida a cultivo. Fluctuaciones a valores no adecuados, pueden causar desde un descenso en las tasas de

crecimiento o de sobrevivencia, hasta un incremento en la susceptibilidad a las enfermedades y mortalidades masivas.

2.6.2 pH

El pH mide el grado de acidez y alcalinidad del agua. La mayoría de las aguas naturales tiene un pH que varía entre 5 y 10. El rango óptimo esta entre 6,5 a 9. El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciada por la concentración de CO₂, por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para tilapia, debe de ser neutro o muy cercano a neutro con una dureza normalmente alta para proporcionar una segregación adecuada del mucus en la piel (FONDEPES, 2004).

2.6.3 Nitritos

Es un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se genera en el proceso de transformación del amoniacó a nitratos La toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua.

Es necesario mantener la concentración por debajo de 0,1 ppm haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando concentraciones altas de amonio en el agua. Amonio (NH_3): es un producto de la excreción, orina de los peces y de la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (en forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces, es un elemento tóxico. Es importante mantener menor 2,0 ppm (Bautista y Velazco, 2004).

2.6.4 Salinidad

Concentración de sales disueltas en el agua, principal componente cloruro de sodio, en zonas cercanas al mar, en aguas continentales otros compuestos, cloruro de calcio, cloruro de magnesio etc.

Existen variedades de tilapia que pueden ser cultivadas en aguas con salinidad, caso de *Oreochromis mossambicus* y sus híbridos rojos. Tilapia del Nilo desarrolla en aguas menores a 5 g/l (Vega, 2005).

2.6.5 Anhídrido carbónico

El dióxido de carbono, provee el carbono necesario que las plantas fotosintéticas utilizan para formar sus compuestos orgánicos. De esta manera, el dióxido de carbono tiene una influencia definitiva en la producción fotosintética.

En los sistemas de cultivo, es común que el dióxido de carbono se controle regulando el pH y por aireamiento para mantener los niveles de oxígeno. Las concentraciones altas de bacterias y material orgánico suspendido, favorecen la disminución de oxígeno y la acumulación del dióxido de carbono (Wheaton, 1977).

2.6.6 Carbonatos

Los carbonatos son sales que tienen en común la presencia del **ión Carbonato** (CO_3^{2-}).

Los Carbonatos están presentes en la naturaleza en multitud de rocas comunes. El más abundante es el Carbonato de Calcio o Carbonato Cálcico (CaCO_3) que se haya en forma de rocas calizas, calcitas, mármoles o areniscas. En la naturaleza, los

carbonatos se forman al juntarse el dióxido de carbono y el agua de ríos o manantiales (Químicas.net, 2018).

2.6.7 Dureza

Los efectos de la alcalinidad y la dureza del agua no son directos sobre las tilapias, sino más bien sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad superior a 175 mg CaCO₃/l, resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque, como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque (Viceministerio de pesquería, 2004).

La dureza se refiere a la concentración de iones de calcio y magnesio., comúnmente se mide como la concentración de carbonato de calcio. El rango de dureza para tilapia es de 20 a 200 mg/l (Vega, 2005).

2.6.8 Temperatura:

La temperatura influye en procesos vitales de las especies,

tales como respiración, metabolismo, crecimiento, reproducción; asimismo, influye en procesos biogeoquímicos de los ambientes acuáticos, solubilidad de gases, solubilidad de compuestos químicos, descomposición de la materia orgánica (Vega, 2005).

Baltazar y Palomino (2004), indican que la temperatura es un parámetro que se debe verificar en cualquier cuerpo de agua donde queramos desarrollar el cultivo de peces. El rango óptimo de temperatura es de 28 a 32°C. Cuando la temperatura disminuye a los 15°C, los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12°C los peces no sobreviven mucho tiempo.

Según Llangarí, (2008), citado por Gómez (2014), indica que todos los organismos acuáticos de aguas frías, templadas y cálidas susceptibles de cultivo, tienen un rango óptimo de temperatura, y comienzan a tener problemas con las temperaturas sub óptimas (por debajo o por encima del rango óptimo) llegando a ser letales, ya que afecta directamente la tasa metabólica del pez. Por ejemplo: si la temperatura aumenta la tasa metabólica

también aumenta, por consiguiente aumenta el consumo de oxígeno.

Los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura). Por lo que en muchas especies, variaciones bruscas de solo 2 °C, ocasionan tensión y muerte de los mismos.

El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias, fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.

La temperatura, es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente

ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente (Bautista y Ruiz 2011).

El PET (2017), informa sobre algunos parámetros físicos químicos obtenidos en la zona de la Yarada Los palos, en el cuadro 3, se pueden ver los valores obtenidos, para los años 2015; 2016 y 2017 (Bautista y Ruiz 2011).

2.7 Cultivo de peces con aguas subterráneas

Según Llanes et al (2013), el acuífero del Río Sinaloa, tiene agua salina por intrusión marina y por génesis tectónica de su geología. Presenta cuerpos de agua subterránea, consalobres atrapados intercontinentalmente. La importancia de caracterizar estos cuerpos redunda en su aprovechamiento para el desarrollo de diversas actividades. Por tal, los objetivos fueron: (1) presentar una alternativa de desarrollo socioeconómico local (acuicultura), disponiendo del agua subterránea; (2) generar un mapa de variación espacial de los cuerpos de agua subterránea salobre con potencial de explotación presencia de agua salobre.

A fin de incrementar la producción con uso de aguas del subsuelo, en este lugar se brindan concesiones y subsidios hasta por 25 años a agricultores interesados (Al-Yamani y Cols., 2004), citados por Llanes et al (2013).

Según la FAO (2003), los estanques piscícolas de agua dulce, pueden presentar diversas características atendiendo a los siguientes elementos: fuente de abastecimiento de agua, forma en que se extrae el agua del estanque, material y método utilizado para la construcción y método de explotación piscícola. Sus características están normalmente condicionadas por las peculiaridades del lugar donde se construyen. A continuación se describen los tipos fundamentales de estanque. Al respecto indica que según la fuente de abastecimiento de agua, los estanques se pueden alimentar con agua subterránea:

- (a) Los estanques de agua de manantial se alimentan de un manantial localizado en el mismo estanque o en sus proximidades. El abastecimiento de agua puede variar a lo largo del año, pero la calidad de la misma es por lo general constante.

- (b) Los estanques de filtración, se alimentan del agua de capas freáticas que penetra en el estanque. El nivel del agua del estanque varía de acuerdo con el nivel freático.

Según, el diario la Republica (2013) , Chile, usará agua de subsuelo de cuenca tacneña para proyecto agrícola, indicando que se extraerán 75 litros por segundo de 6 pozos que se ubican cerca de la línea de frontera., recurso que discurre bajo pampas de la Concordia y que tienen su origen en la cuenca del río Caplina. Al respecto la Autoridad del Agua advierte que a futuro se podría generar un daño al acuífero y perjudicar la producción agrícola de Tacna.

La demanda hídrica de la vecina región de Arica - Chile y la necesidad de ampliar su frontera agrícola, hizo que las autoridades mapochinas vean en las aguas que discurren desde Tacna hacia su localidad, el mecanismo perfecto para la solución de sus problemas.

El 3 de octubre del año pasado, el mandatario chileno Sebastián Piñera presentó el proyecto denominado "*Pampa Concordia*", mediante el cual se pretenden irrigar mil 500 hectáreas ubicadas en el límite mismo de Perú y Chile.

Lo que nadie dijo, en ese entonces, es que la irrigación de esos predios con fines agrícolas será posible con la perforación inicial de seis pozos, los mismos que se ubicarán en la línea de frontera que divide ambos países.

Según la evaluación de los recursos hídricos subterráneos, realizados en el sector acuífero de la Concordia por el Ministerio de Obras Públicas de Chile, bajo el sector de las pampas de la Concordia transcurren dos corrientes de agua.

Una de estas fuentes es la cuenca del río Caplina, que tiene su origen en Tacna, y la otra es la cuenca del río Lluta.

Según el mismo documento, las aguas que discurren del Caplina, más cercanas a la Concordia, son las que tienen mejor calidad. En ese sector se autorizó la explotación de 6 pozos.

La cantidad total de agua que se extraerá del Caplina para irrigar tierras chilenas es de 75 litros por segundo.

2.7.1 Cuenca agotada

Lo paradójico del asunto es que, para el gobierno peruano las cuencas de los ríos Caplina Locumba y Sama se encuentran agotados, quedando terminantemente prohibida la explotación de pozos con fines agrícolas.

La única excepción posible a esta norma es si la explotación del agua es para fines primarios, es decir para asegurar el consumo poblacional.

De igual manera el diario la República (2013), indica que La Yarada: oasis en Tacna podría morir por el agotamiento de su acuífero, al respecto indica lo referente al acuífero en debate, que esta zona agrícola de Tacna se ubica a 20 minutos de la Ciudad Heroica, en la línea fronteriza con Chile. Las 20 mil hectáreas son alimentadas con un inmenso colchón de agua extraído de pozas. Solo hay autorización para explotar 55 millones de metros cúbicos y actualmente se extraen 112. A ese ritmo lo que se predice es su extinción.

Esa preocupación se expuso en la mesa técnica "El acuífero en debate", que organizó la Autoridad Nacional del Agua y La República en la Ciudad Heroica.

El director de la Autoridad Administrativa del Agua, Ronal Fernández Bravo, explicó que en 1967 se extraían del acuífero 13 millones de metros cúbicos, actualmente la demanda asciende a 112 millones. Más de once veces más.

La Autoridad del Agua autorizó 108 pozos, pero se explotan más de 400 que irrigan 20 mil hectáreas; más de la mitad de esos terrenos son ilegales. Estudios preliminares, revelan un descenso del acuífero que va entre 60 centímetros y un metro 20. A ello se suma siete kilómetros de intrusión marina. La Yarada está a escasos kilómetros del mar, cuyas aguas comenzaron a mezclarse con la reserva dulce, perjudicando la calidad de las tierras y poniendo en riesgo la producción agrícola.

El representante del Programa Subsectorial de Irrigación, Osvaldo Espinoza Ordóñez, señala que en La Yarada no solo hay explotación ilegal del líquido, también el recurso es desperdiciado.

De 10 litros solo aprovechan 4. Es una locura regar por inundación, terrenos arenosos o los canales de riego, son una coladera.

El Proyecto Especial Tacna (PET) tiene otras propuestas para recuperar el acuífero. Plantean un estudio que identifique si hay un embalse semi confinado. Eso permitiría sacar agua a más profundidad, ver cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis del agua de los pozos de Santa Rosa

Pozo Asociación Santa Rosa P 184 Enero 2015	
pH	7,21
C.E.	3,84
Solidos disueltos	2456,20
Temperatura	27,10
Oxígeno disuelto	6,20
Pozo Pampa Santa Rosa El Triángulo Enero del 2015	
pH	7,32
C.E.	2,85
Solidos disueltos	1798,00
Temperatura	27,60
Oxígeno disuelto	6,10
Pozo Asociación Santa Rosa P 184 Febrero del 2015	
pH	7,20
C.E.	3,85
Solidos totales disueltos	2460,10
Temperatura	27,80
Oxígeno disuelto	6,00

Continúa //.

**Pozo Pampa Santa Rosa. El Triángulo Pozo 473
Febrero 2015**

pH	7,31
C.E.	2,84
Sólidos disueltos	1798,60
Temperatura	27,80
Oxígeno disuelto	6,20

Pozo Asociación Santa Rosa P 184 Enero 2016

pH	7,22
C.E.	3,80
Sólidos totales disueltos	2445,00
Oxígeno disuelto	5,80
Temperatura	27,10

Pozo Pampa Santa Rosa El Triángulo Enero 2016

pH	7,26
C.E.	2,82
Sólidos totales disueltos	1792,00
Oxígeno disuelto	6,00
Temperatura	27,10

Pozo Asociación Santa Rosa P 1.84 Febrero 2016

pH	7,26
C.E.	3,81
Sólidos totales disueltos	2440,00
Oxígeno disuelto	6,00
Temperatura	27,20

Pozo Pampa Santa Rosa El Triángulo P 473 Febrero 2016

pH	7,20
C.E.	2,81
Sólidos totales disueltos	1790,00
Oxígeno disuelto	5,90
Temperatura	27,00

Pozo Asociación Santa Rosa P 184 Enero 2017

pH	7,25
C.E.	3,83
Sólidos totales disueltos	2451,00
Oxígeno disuelto	6,40
Temperatura	27,30

Pozo Pampa Santa Rosa El Triángulo Enero 2017

pH	7,29
C.E.	2,80
Sólidos totales disueltos	1796,00
Oxígeno disuelto	6,30
Temperatura	27,60

Pozo Asociación Santa Rosa P 1.84 Febrero 2017

pH	7,20
C.E.	3,84
Sólidos totales disueltos	2444,00
Oxígeno disuelto	6,30
Temperatura	27,80

Pozo Pampa Santa Rosa El Triángulo P 473 Febrero 2017

pH	7,30
C.E.	2,82
Sólidos totales disueltos	1,95
Oxígeno disuelto	5,90
Temperatura	28,00

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva. Se realiza sin manipular deliberadamente variables, se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y cómo se dan en su contexto natural, para analizarlos con posterioridad.

3.2 Lugar de ejecución

El presente estudio, se realizó en un área ubicada en la zona frontera Perú – Chile, a 500 m de la línea de alta marea, en la Playa Santa Rosa, distrito de La Yarada Los Palos, provincia de Tacna, Región Tacna, zona donde se ejercen sus actividades los socios de la Asociación de pescadores artesanales Playa Santa Rosa y más específicamente los integrantes de la Asociación Agroindustrial “El Triángulo”, parcela N° 7 Santa Rosa, cuyas coordenadas geográficas son: 18° 20’ 50”, latitud sur y 70° 23’ 28”, longitud oeste. El tiempo de

ejecución del proyecto fue de 04 meses, comprendidos entre el 29 de setiembre del año 2016 y el 20 de enero del 2017.

3.3 Población de estudio.

La población es el número de peces sembrados en el estanque de 12 m x 5 m x 0,8 m de altura, fueron 1 000 peces, teniendo como base una densidad de 17 peces por metro cuadrado. Los alevinos sembrados tenían una talla de 6 cm y un peso de 8 g.

3.4 Materiales y Equipos

- Semilla (tilapia)
- Alimento balanceado, con un 30% de proteína
- Balanza de precisión (0,1 g)
- Ictiómetro
- Termómetro de canastilla (0,1° C)
- Equipo HACH A 1-1 para análisis de campo
- Chinguillo
- Formatos de registro.

3.4.1 Registro de medidas

- **Talla:** La medición de este parámetro fue realizada empleando un Ictiómetro de 0 a 50 cm.
- **Peso:** La medición de este parámetro se realizó empleando una balanza de 0,1 g de aproximación.
- **Análisis biométricos:** Los análisis de peso y longitud se registró en un 25% de la población, considerando la uniformidad en ambos parámetros. Generalmente, se realizaba en las primeras horas de la mañana para evitar los efectos de la temperatura, considerando la época en que se realizó el trabajo, tratando de suspenderse la alimentación y evitando causar estrés en la población. Se registró el crecimiento absoluto (CA).
- Para cada muestreo se determinó la media, moda, mediana, varianza, desviación estándar.

3.4.2 Instrumentos de medición

- Se consideró un formato de evaluación, que permitía registrar los datos obtenidos en campo.

- Para el caso de algunos análisis realizados en campo, estos fueron a través de un equipo Hach A 1. En dos oportunidades se realizaron análisis de muestras de agua en el laboratorio de tecnología pesquera.
- Termómetro de canastilla rango de 0 a 110 °C
- 01 Ictiómetro
- 01 Balanza de capacidad de 500 g, de 0 g de aproximación.
Modelo BRD 04.marca Kedel
- 01 Potenciómetro marca Ysi.
- 04 Baldes de 18 litros de capacidad
- 02 tinas de 40 litros de capacidad.
- Aparejos de pesca
- 01 Carcal para captura de peces a ser muestreados

3.4.3 Unidades experimentales

Los juveniles de tilapia utilizados en el experimento, fueron obtenidos del Centro de Investigación Piscícola (CINPIS) de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina; dirección: Av. La Molina s/n - La Molina – Lima, siendo el costo del millar 150 soles y transportados a Tacna, vía terrestre en la empresa CIVA. El tiempo de demora fue de 23 horas y

trasladados al laboratorio de acuicultura de la Escuela de Ingeniería Pesquera, acondicionados en 03 acuarios de 01 m de largo 40 cm de ancho y 45 cm de altura, con un tirante de agua de 35 cm, donde permanecieron durante un período de 45 días, siendo este un periodo de adaptación, considerando el medio al cual iban a ser sembrados.

CAPÍTULO IV

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

Para el presente trabajo se utilizó un estanque de 12 m de largo por 5 m de ancho, con un tirante de agua de 0,8 m, proveniente de subsuelo, considerando que en la zona de trabajo la napa freática se encuentra a menos de 1 m de profundidad, lo cual permitió obtener el agua sin ningún problema. El agua se utiliza para regadío y que es elevada diariamente dejando siempre una tirante de 0,5 m, el cual se recupera durante la noche y llega a los 0,60 m en horas de la mañana, esto permite obtener un agua de buena calidad, con buena renovación y buen nivel de oxígeno, asimismo al renovarse constantemente el agua, no se utilizó membranas plásticas para evitar la filtración, esto permite disminuir los costos y realizar un mejor trabajo, considerando que en las orillas del estanque se pueden presentar algún tipo de vegetación, la cual contribuye también a la alimentación de las unidades experimentales.

Los juveniles de tilapia fueron colocados en tinas plásticas con agua del mismo estanque para realizar las mediciones, de longitud y peso, actividades que se realizaron con el ictiómetro y una balanza respectivamente ver figuras (2 y 3). No se tuvo ningún problema al momento de realizar los registros indicados, considerando que se trató de evitar daño alguno al pez y las condiciones climatológicas que se presentaban en esas horas de la mañana.



Figura 2. Tinas plásticas con peces.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Ictiometro y balanza.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Del alimento empleado

Se utilizó alimento balanceado para tilapia, comprado en la Universidad Nacional Agraria la Molina, tipo crecimiento I, con un 35% de proteína como mínimo y que depende de la temperatura y el manejo, con la densidad de 20 peces por metro cuadrado, diseñado y fabricado para crecimiento I y crecimiento II de tilapias, cuyos índices de crecimiento se incrementan rápidamente. Entre los ingredientes principales, se tiene: subproductos de molinería de torta de soya, harina integral extruida de soya, harina de pescado prime, harina de maíz, aceite vegetal y de pescado, carbonato de calcio, vitaminas – minerales, cloruro de colina,

cloruro de sodio, antifúngico, antioxidantes y promotores orgánicos de crecimiento. Además, se preparó una dieta con insumos de la región, siguiendo las proporciones recomendadas por Gómez (2014), cuya proporción de los ingredientes es la que se da a conocer en el cuadro 4.

Cuadro 4. Ingredientes de la dieta con un nivel de 30% de proteína.

Insumos	Cantidad kg
Harina de pescado	1,226
Harina de soya	0,982
Harina de maca	0,490
Harina de arroz	0,490
Harina de maíz	1,036
Afrecho	0,518
Suplemento vitamínico	0,086
Sal	0,086
Aglutinante	0,086
Total	5,000

Fuente: Gómez (2014)

4.1.2 Factores físico químicos

En lo que a factores físico químicos se refiere, con fecha 29 de setiembre del 2016, se llevó una muestra de agua de la zona de experimentación, al laboratorio de tecnología pesquera de la

Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, a fin de realizar el análisis correspondiente, por cuanto se deseaba tener referencia de la calidad del agua. Los resultados se muestran en el anexo 1 (Análisis, 29/9/16). De igual manera, para hacer el seguimiento del comportamiento del agua en la zona de trabajo, durante el periodo experimental, se realizó un análisis por mes, cuyas fechas fueron (Análisis, 20/10/16), ver anexo 2; (Análisis, 24/11/16), ver anexo 3; (Análisis, 22/12/16), ver anexo 4; y con fecha 20 de enero del 2017 resultados que se muestran en el anexo 5.

4.1.2.1 Temperatura

Las temperaturas promedio quincenales se muestran en el cuadro 5, y figura 4: (Determinados durante el periodo de trabajo). En este cuadro y figura, se puede observar que existe una diferencia máxima de 2,6°C. Los promedios obtenidos en este cuadro indican que se registró una temperatura máxima de 24,4°C que se observa en durante la quincena de trabajo (15 de enero del 2017) y la temperatura mínima fue de 21,8 °C que se registró durante setiembre y octubre del 2016.

En cuanto a la diferencia de temperatura existente en el tiempo de experimentación, la cual se puede apreciar en el cuadro 5, es mínima, considerando que son aguas de subsuelo y una cualidad de este tipo de aguas es de mantener una temperatura casi similar durante todo el año.

Cuadro 5. Registro de temperatura durante el periodo de trabajo

FECHA DE MEDICIÓN	PARÁMETRO
	Temperatura °C
29/09/2016	21,8
15/10/2016	21,8
30/10/2016	21,9
15/11/2016	22,0
30/11/2016	22,0
15/12/2016	22,0
30/12/2016	22,0
15/01/2017	24,4

Fuente: Elaboración propia

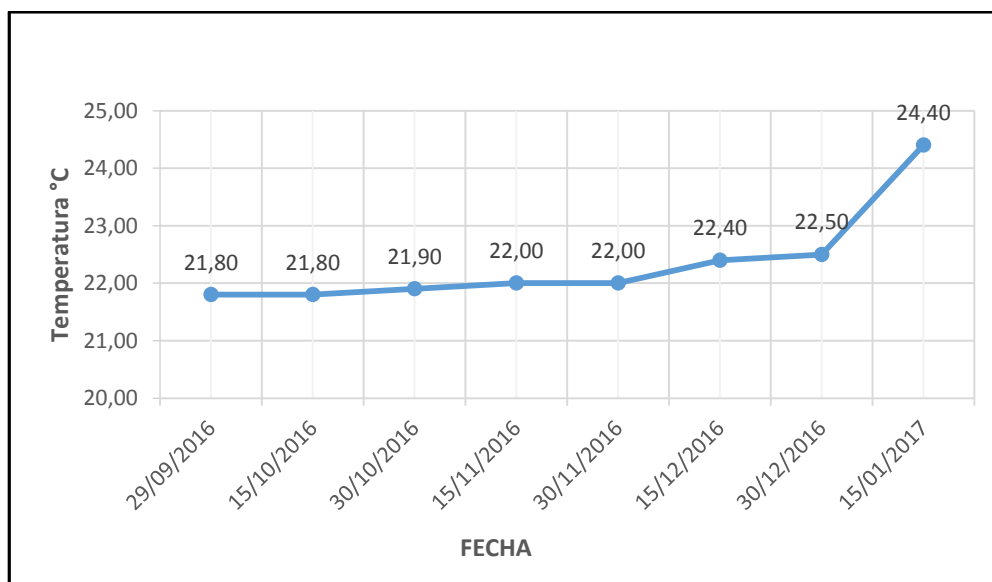


Figura 4. Datos de temperatura quincenal en el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 pH

Los controles de pH se encuentran registrados en el cuadro 6, donde se observan que el pH máximo registrado fue de 7,84; este valor, se obtuvo durante la toma de control N°5 del (20 de enero del 2017) y el pH mínimo fue de 7,64, durante el control N° 1 del (29 de setiembre del 2016). Asimismo en la figura 5, se puede ver que el pH se ha mantenido casi siempre entre 7,64 y 7,84.

Cuadro 6. Registro de pH durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	pH
29/09/2016	7,64
20/10/2016	7,66
24/11/2016	7,76
22/12/2016	7,82
20/01/2017	7,84

Fuente: Elaboración propia

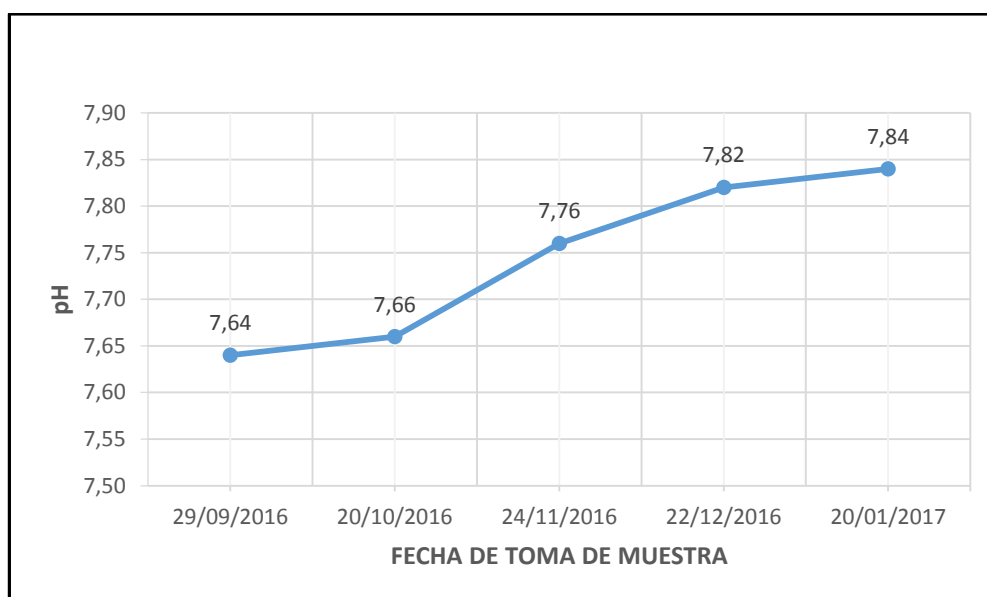


Figura 5. Datos de pH durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3 Oxígeno disuelto

En el presente trabajo, no se han presentado inconvenientes en el requerimiento de oxígeno disuelto para la vida de las tilapias. En el cuadro 7, se registran los valores de oxígeno disuelto, hay un valor mínimo de 5,78 en el control N° 5 (20 de enero del 2017) y un valor máximo de 6,20 en el tercer control (24 de noviembre del 2016). Estos valores, se han obtenido debido a que el agua diariamente era renovada y la presencia de fitoplancton que a pesar de la renovación siempre estaba presente. De acuerdo a lo que se puede observar en la figura 6, las fluctuaciones de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, no hay grandes diferencias.

Cuadro 7. Registro de oxígeno disuelto durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	Oxígeno disuelto mg/l
29/09/2016	6,00
20/10/2016	5,90
24/11/2016	6,20
22/12/2016	6,19
20/01/2017	5,78

Fuente: Elaboración propia

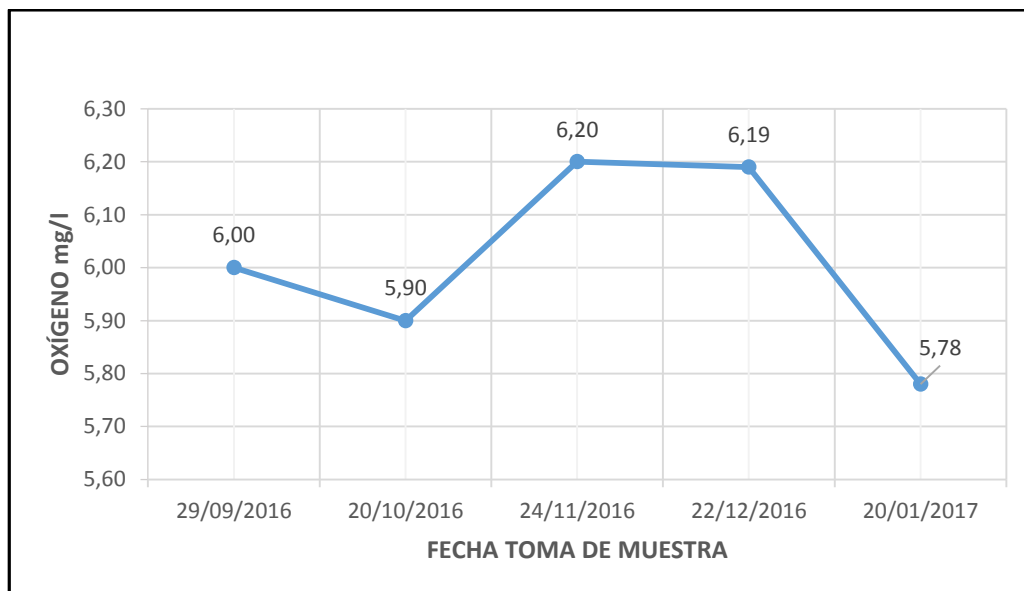


Figura 6. Datos de oxígeno disuelto durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 Alcalinidad

En los anexos 1 al 5, se pueden, se pueden observar los controles y resultados de la alcalinidad en el cuadro 8, Se observa un mínimo de 70,00 mg/l (29 de setiembre del 2016) y un máximo de 98,50 mg/l (20 de enero del 2017). Estos valores se encuentran por encima de 1,85, lo que indica que las aguas utilizadas tienen un pH estable y muy buena productividad, ver figura 7.

Cuadro 8. Registro de alcalinidad durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	Alcalinidad (CaCO ₃) mg/l
29/09/2016	70,00
20/10/2016	75,40
24/11/2016	80,50
22/12/2016	92,50
20/01/2017	98,50

Fuente: Elaboración propia

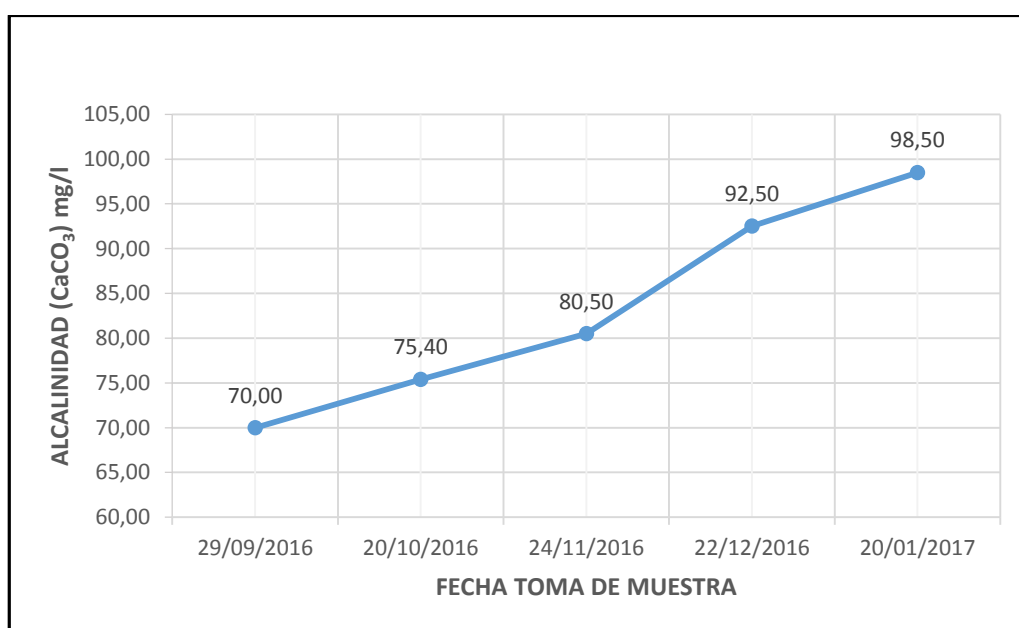


Figura 7. Datos de alcalinidad durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5 Conductividad eléctrica

En cuanto a la conductividad eléctrica se refiere, en los valores obtenidos; se puede deducir que se encuentran en un rango aceptable para el desarrollo de la especie, como se presenta en el cuadro 9, (Anexos del 1 al 5) podemos observar que el valor máximo es de 4,50 mS/cm (20 de enero del 2017) y el valor mínimo es de 1,94 mS/cm (29 de setiembre del 2016), como también se observa en la figura 8, el comportamiento de la conductividad eléctrica durante el periodo de experimentación de la tilapia.

Cuadro 9. Registro de conductividad eléctrica durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	Conductividad eléctrica mS/cm
29/09/2016	1,94
20/10/2016	2,30
24/11/2016	2,66
22/12/2016	3,15
20/01/2017	4,50

Fuente: Elaboración propia.

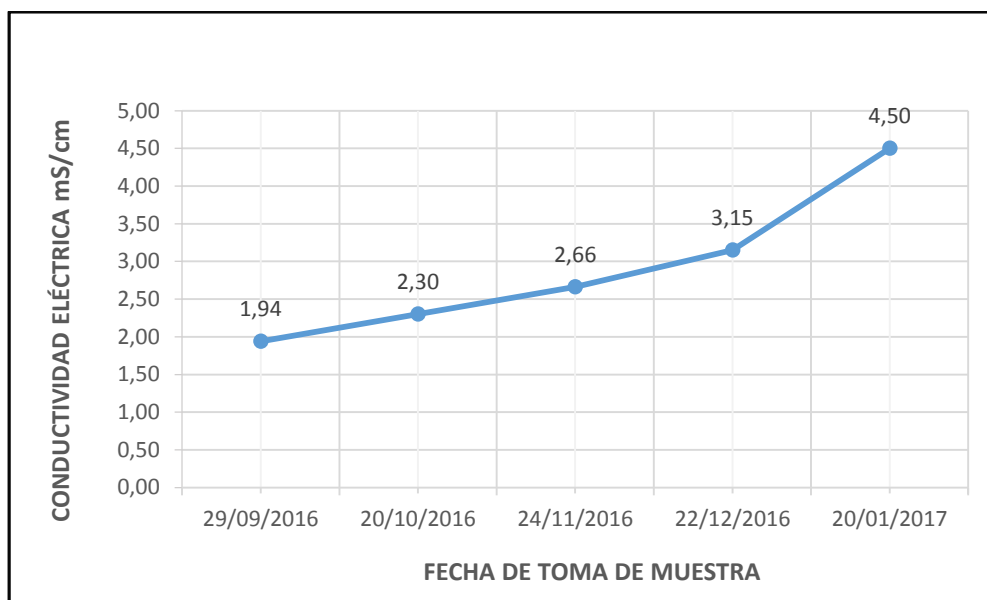


Figura 8. Datos de Conductividad eléctrica durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.6 Salinidad

En lo que respecta a valores de salinidad, ver los anexos del 1 al 5, podemos observar los controles y resultados de la salinidad, en el cuadro 10, se observa un valor máximo de 2,92 o/oo toma realizada el 20 de enero del 2017 y un valor mínimo de 1,26 o/oo que se obtuvo cuando se realizó la toma de muestra el 29 de setiembre del 2016, en la figura 9 se observa el comportamiento de la salinidad del agua.

Cuadro 10. Registro de salinidad durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	Salinidad 0/00
29/09/2016	1,26
20/10/2016	1,50
24/11/2016	1,72
22/12/2016	2,04
20/01/2017	2,92

Fuente: Elaboración propia

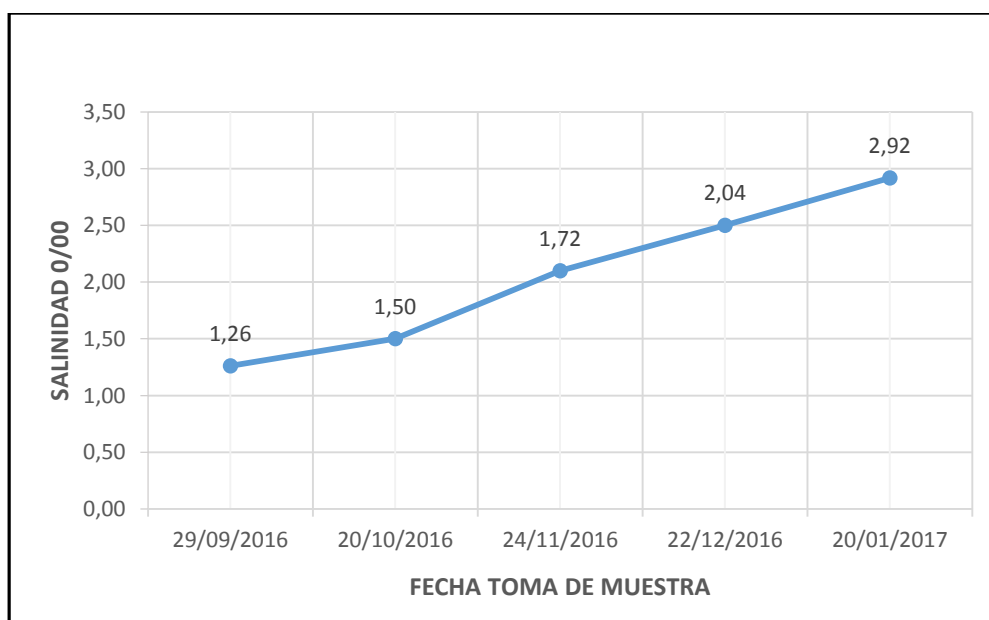


Figura 9. Comportamiento salinidad durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.7 Anhídrido carbónico

En lo que se refiere a los valores de anhídrido carbónico, se encuentran en los anexos del 1 al 5, se puede observar en el cuadro 11, que la cantidad máxima de este parámetro fue de 2,94 mg/l (29 de setiembre del 2016) y la mínima fue de 0,00 mg/l (20 de enero del 2017), en la figura 10 se observa el comportamiento del anhídrido carbónico que se encuentra en el agua.

Cuadro 11. Registro de anhídrido carbónico durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARAMETROS
	Anhídrido Carbónico mg/l
29/09/2016	2,94
20/10/2016	2,80
24/11/2016	1,90
22/12/2016	1,80
20/01/2017	0,00

Fuente: Elaboración propia

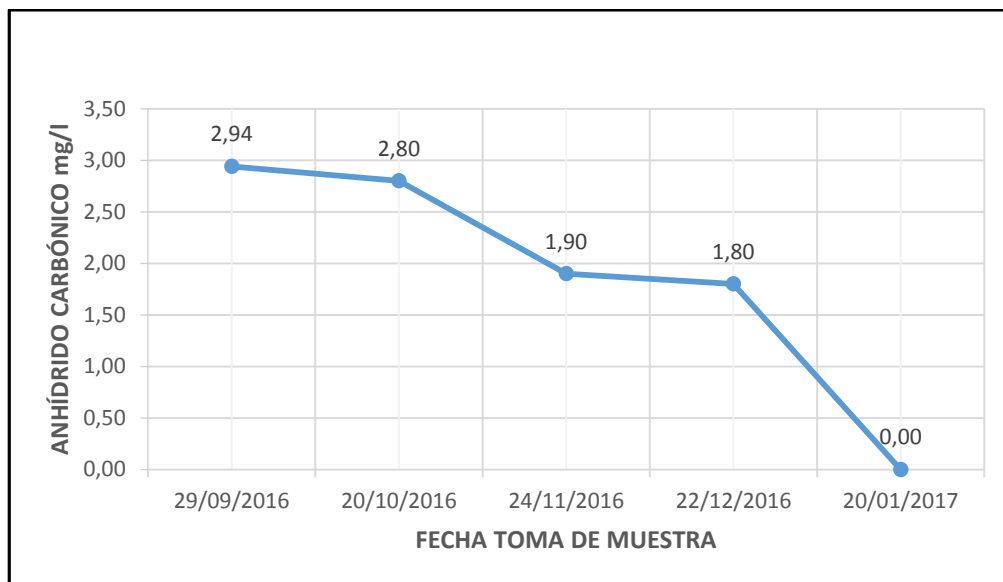


Figura 10. Comportamiento anhídrido carbónico durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.8 Carbonatos

En cuanto a los valores de carbonatos, ver anexos del 1 al 5, se puede observar en el cuadro 12, que la cantidad máxima de este parámetro fue de 14,70 mg/l (20 de enero del 2017) y la mínima fue de 0,00 mg/l (29 de setiembre del 2016), en la figura 11 se observa el comportamiento de los carbonatos que se encuentra en el agua.

Cuadro 12. Registro de carbonatos durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARÁMETRO
	Carbonatos mg/l
29/09/2016	0,00
20/10/2016	6,30
24/11/2016	8,30
22/12/2016	12,30
20/01/2017	14,70

Fuente: Elaboración propia

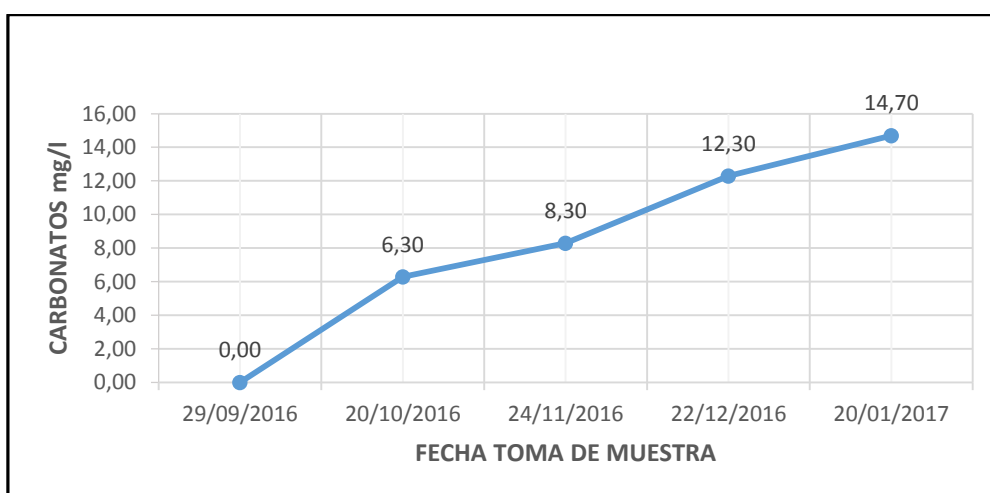


Figura 11. Comportamiento carbonato durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.9 Cloruros

En refiere a los valores de cloruros, que se presentan en los anexos del 1 al 5, se puede observar en el cuadro 13, la cantidad máxima de este parámetro fue de 1077,78 mg/l

muestra obtenida el 20 de enero del 2017, y la mínima fue de 832,83 mg/l, obtenida el 29 de setiembre del 2016, y a la vez se observa su comportamiento en la figura 12.

Cuadro 13. Registro de cloruros durante el periodo de trabajo

FECHA TOMA DE MUESTRA	PARAMETROS
	Cloruros mg/l
29/09/2016	832,83
20/10/2016	842,80
24/11/2016	895,00
22/12/2016	950,00
20/01/2017	1077,78

Fuente: Elaboración propia

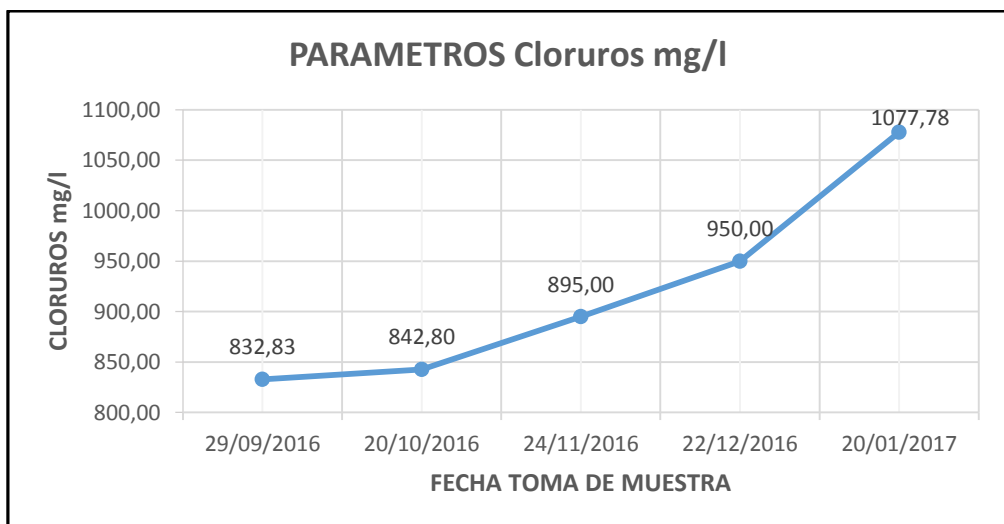


Figura 12. Comportamiento carbonato durante el periodo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Del alimento

Las tilapias tuvieron un periodo de adaptación, durante el cual se les proporcionó alimento balanceado tipo pellets, se les alimentó en relación al consumo máximo observado por día.

Al ser llevados al estanque experimental, no tuvieron problemas en cuanto a la aceptación del alimento, por lo cual se puede decir que no ha intervenido como una variable que altere el resultado del experimento. Se proporcionó durante el periodo de experimentación en total 42,00 kilos de alimento.

Asimismo, hubo en las orillas del estanque vegetación, que también era consumida por las tilapias, cabe indicar que en algunas oportunidades se les proporcionó hojas de camote (*Ipomoea batatas*), producto que es sembrado en la parcela donde se encuentra el estanque. No se ha visto alimento en el fondo del estanque, lo que indica que ha sido consumido en su totalidad.

4.1.4 Controles biométricos

Estos controles se realizaron con la finalidad de tener conocimiento sobre la evolución de la especie en experimento, cada 30 días. Para ello se sacaba una muestra de 100 unidades de tilapia, esta muestra determinada era en función a que no había una gran dispersión en cuanto al crecimiento en talla y peso, ver cuadros del 14 al 17 y en el anexo 6 (ver cuadros desde el 18 al 25 y figuras desde el 13 al 20)

a. Longitud

Para tal efecto, se utilizó un ictiómetro, de 0,1 cm de aproximación, luego de culminado la medición se realizaba el registro del peso. Los datos obtenidos se observan en el anexo 6 (250 datos)

b. Peso

Una vez determinada la longitud de las tilapias, estas eran pesadas en una balanza de 0,1 g de aproximación. Los datos obtenidos se pueden ver en el anexo 6, (250 datos)

Cuadro 14. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de noviembre

Datos Estadísticos (Nov/15)		
	Longitud (cm)	Peso (g)
Válidos	246	246
Media	6,104	7,481
Mediana	6,100	7,500
Moda	6,300	8,000
Desv. Std.	0,1825	0,4193
Varianza	0,033	0,176

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de diciembre

	Longitud (cm)	Peso (g)
Total	246	246
Media	9,297	17,578
Mediana	9,200	17,800
Moda	10,00	18,000
Desv. típ.	0,7675	0,8256
Varianza	0,589	0,682

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de enero

		Longitud (cm)	Peso (g)
N	Válidos	246	246
	Media	12,3382	30,8309
	Mediana	12,4000	31,0000
	Moda	13,00	31,00
	Desv. típ.	,79883	1,41972
	Varianza	,638	2,016

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17. Datos estadísticos de longitud y peso del mes de febrero

		Longitud (cm)	Peso (g)
N	Válidos	246	246
	Media	13,1179	39,4553
	Mediana	13,0000	40,0000
	Moda	11,00	50,00
	Desv. típ.	2,57110	14,08676
	Varianza	6,611	198,437

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 De los análisis físicos químicos

En lo que respecta a la temperatura del agua, podemos indicar que de acuerdo a Vega (2005), se requiere agua con temperatura del rango 22 °C a 33 °C; el rango óptimo para crecimiento es de 28 a 32 °C, la alimentación cesa por debajo de 16 a 17 °C y la reproducción se inhibe por debajo de 20 °C. Esta situación, se presenta en nuestro trabajo para los meses de diciembre y enero con temperaturas entre 22,0 °C y 24,4 °C, lo que también se obtiene de los datos del PET (2017), donde obtiene resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo.

De los resultados obtenidos en cuanto al parámetro oxígeno disuelto cuadro 7, estos se encuentran por encima de lo mencionado por Vega (2005), quien indica que el contenido de oxígeno disuelto en el agua no debe ser menor a 3 mg/l, siendo los valores obtenidos en el presente trabajo, mínimo 5,78 y el máximo 6,20 mg/l. Asimismo, Saavedra (2006), citado por Gómez (2014), indica que las tilapias

soportan niveles de 1 mg/l, reduciéndose el crecimiento, en esta oportunidad se recalca que los niveles alcanzados superan ampliamente lo registrado.

Otro factor importante de discutir por los resultados obtenidos, es el pH, cuadro 6; estos se encuentran entre 7,64 y 7,84, valores que en este caso se consideran normales, si se tiene en cuenta lo manifestado por Vega (2005), quien indica que el rango de pH adecuado para tilapia es de 6,5 a 8,5 y que su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5, por último, el alto valor de pH, de 10, no les afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11.

Por último, mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural de un estanque y que constituye una fuente importante de alimento natural. Nava (1984) y Castillo (2004), citados por Gómez (2014).

En lo que se refiere a conductividad eléctrica, cuadro 9, este parámetro no difiere mucho de los valores mencionados por el PET (2017), indicando valores entre 2,81 y 3,85, si contrastamos con los

obtenidos en el presente trabajo, los cuales están entre 1,94 y 4,50, estos reflejan la zona de trabajo y cercanía al mar.

5.2 Estadística del crecimiento

5.2.1 De la longitud

En el cuadro 14, se presentan los datos estadísticos del mes de noviembre, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para la longitud que es de 6,104 cm, la mediana de 6,100 cm, la moda de 6,30 la desviación estándar de 0,1825 y la varianza de 0,033. Estos datos nos indican, en el caso de la media, la suma de los valores observados de la variable, en este caso talla, dividido por el número de observaciones, cuyo resultado se dio anteriormente; por otro lado la mediana, medida de tendencia central, que da el valor mediano de una serie de valores observado y que separa a la serie de datos ordenados de forma creciente o decreciente en dos partes de igual número de datos; la moda cuyo valor es de 6,300 valor que indica el dato que se repite el mayor número de veces, cabe manifestar que la moda es una medida promedio que se usa cuando se quiere señalar el valor más común de una serie de datos; se ha determinado también la varianza, que es de 0,033;

que es un valor que cuantifica el grado de dispersión o de variación de los valores de una variable cuantitativa con respecto a su media aritmética., en este caso por ser un valor pequeño, indica que los valores tienden a concentrarse alrededor de su media y finalmente, la desviación estándar, que es la raíz cuadrada positiva de la varianza y en el presente trabajo para la longitud es de 0,1825. Definiciones tomadas de Córdova (2000).

Para el mes de noviembre, en el cuadro 18, podemos observar las distribuciones de longitudes. Finalmente, en la figura 13, se presentan la distribución de longitudes, para el mes indicado.

En el cuadro 15, podemos observar los datos estadísticos del mes de diciembre, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para la longitud que es de 9,297, la mediana de 9,200, la moda de 10,0 la desviación estándar de 0,7675 y la varianza de 0.589. La definición de estos datos se dio anteriormente.

Para este mes, en el cuadro 19, se observan la distribución de las longitudes obtenidas en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 14

En el cuadro 16, podemos observar los datos estadísticos del mes de enero, día 15. En él se pueden observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para la longitud que es de 12,3382 cm, la mediana de 12,4000 cm, la moda de 13,00 la desviación estándar de 0,79883 y la varianza de 0.638. Para este mes, en el cuadro 20, se observan la distribución de las longitudes obtenidas en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 15.

Por último, para el caso de la longitud y para el mes de febrero, día 15, los datos estadísticos se observan en el cuadro 17 En él se pueden observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para la longitud que es de 13,1179 cm, la mediana de 13,0000 cm, la moda de 11,00 la desviación estándar de 2,57110 y la varianza de 6,611. Para este mes, en el cuadro 21, se observan la distribución de las longitudes

obtenidas en el muestreo realizado, resultados que se expresan en el la figura 16.

5.2.2 Del peso

En el cuadro 14, y en lo que se refiere al peso, podemos observar los datos estadísticos del mes de noviembre, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para el peso que es de 7,481g, la mediana de 7,500 g, la moda de 8,000 g, la desviación estándar de 0,4193 y la varianza de 0,176. Estos datos nos indican, en el caso de la media, la suma de los valores observados de la variable, en este caso peso, dividido por el número de observaciones, cuyo resultado se dio anteriormente; por otro lado la mediana, medida de tendencia central, que da el valor mediano de una serie de valores observado y que separa a la serie de datos ordenados de forma creciente o decreciente en dos partes de igual número de datos; la moda cuyo valor es de 8,0, valor que indica el dato que se repite el mayor número de veces, cabe manifestar que la moda es una medida promedio que se usa cuando se quiere señalar el valor más común de una serie

de datos; se ha determinado también la varianza, que es de 0,176, que es un valor que cuantifica el grado de dispersión o de variación de los valores de una variable cuantitativa con respecto a su media aritmética., en este caso por ser un valor pequeño, indica que los valores tienden a concentrarse alrededor de su media y finalmente, la desviación estándar, que es la raíz cuadrada positiva de la varianza y en el presente trabajo para el peso es de 0,176. Definiciones tomadas de Córdova (2000).

Para este mes, en el cuadro 22 se observan la distribución de los pesos obtenidos en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 17.

En el cuadro 15, podemos observar los datos estadísticos del peso, mes de diciembre, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para el peso que es de 17,578 g, la mediana de 17,800 g, la moda de 18,0 g la desviación estándar de 0,8256 y la varianza de 0.682. La definición de estos datos se dio anteriormente.

Para este mes, en el cuadro 23 se observan la distribución de los pesos obtenidos en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 18.

En el cuadro 16, podemos observar los datos estadísticos referentes al peso, para el mes de enero, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de la media para el peso que es de 30,8309 g, la mediana de 31,0000 g, la moda de 31,0000 g, la desviación estándar es de 1,4197 y la varianza de 2,016. La definición de estos datos se dio anteriormente.

Para este mes, en el cuadro 24 se observan la distribución de las longitudes obtenidas en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 19.

En el cuadro 17, podemos observar los datos estadísticos del mes de febrero, día 15. En él se puede observar, los datos validos medidos de 246 individuos, asimismo los valores de: la media para el peso que es de 39,4553, la mediana de 40,0000 g, la moda de 50,0000 g la desviación estándar es de 14,0867 y la

varianza de 198,437, valor que indica una elevada dispersión respecto a la media.

Para este mes, en el cuadro 25 se observan la distribución de los pesos obtenidos en el muestreo realizado, resultados que se expresan en la figura 20.

CONCLUSIONES

- Los parámetros físico químicos determinados durante el periodo de trabajo, están dentro del rango permisible para el desarrollo de tilapia, valores como la temperatura que fluctuó entre el oxígeno disuelto que es de 5,78, el pH que tuvo un promedio de 7,69 y la conductividad con valores de 1,94 y 4,50. Estos valores permiten la crianza de tilapia y viene a ser una alternativa para la mejora de calidad de vida del pescador artesanal.
- Se han encontrado valores de la varianza para la talla de 0,033m para el mes de noviembre, 0,589 para el mes de diciembre, 0,638 para el mes de enero, y para febrero de 6,611, lo que quiere decir que en este caso existe poca dispersión con respecto al valor de la media. Y para el peso, los valores fueron de 0,176 para el mes de noviembre, 0,682, para el mes de enero 2,016 y para febrero 198,437.

- Se acondicionó un ambiente para el cultivo de tilapia, alimentado con agua de subsuelo, agua que permanentemente permitía tener un tirante de 0,80 m, el largo de 12 m y el ancho de 5m.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Ministerio de la Producción hacer un seguimiento al desarrollo de este tipo de actividades, asimismo capacitar al pescador artesanal para incursionar en el cultivo de tilapia.
- La Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann a través de su escuela de Ingeniería Pesquera, y como responsabilidad social debe transferir la tecnología de cultivo y trabajar con energías renovables, tal es el caso de la energía solar y la energía eólica, asimismo el cultivo en sistemas de invernadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balarin, J. (1988). *“Development planning for tilapia farming in Africa”*. ICLARM/GTZ. Africa aquaculture project. Malawi. The second international Symposium on tilapia in Aquaculture.
- Baltazar, P., y Palomino, A. (2004). *“Programa de Transferencia de Tecnología en Acuicultura para Pescadores”* perteneciente a PADESPA (Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesquero y Acuícola del Perú. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo - AECID Xunta de Galicia.
- Bautista, J. y Ruiz, J. (2011). *“Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana”*. Dirección de Fortalecimiento a la Investigación, Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- Beaven, U., Muposhi, V., (2012). *“Aspects of a Monosex Population of Oreochromis niloticus Fingerlings Produced Using 17- α*

Methyl Testosterone Hormone”, obtenido el 10 de Julio del 2018 de: www.aquahoy.com/i-d-i/reproduccion/22953-aspectos-de-una-poblacion-monosexo-de-alevinos-de-tilapia-producidos-usando-la-hormona-testosterona. Tomado el 28 de junio del 2018.

Castro, K., (2005). *“Alimentación durante el cultivo de tilapia roja”*. Centro de Entrenamiento Pesquero Paita (CEP Paita).

Córdova, M., (2000). *“Estadística descriptiva e inferencial aplicaciones”* Diario la Republica (2013). Redacción: Luz Elena Vega Nieto. 23 de Julio del 2013.

Economía, (2018) Exportación de tilapia creció 79,3% entre enero y febrero del 2015. <https://rpp.pe/economia/economia/exportacion-de-tilapia-crecio-793-entre-enero-y-febrero-noticia-783842>. Tomado el día 15 de junio del 2018.

FAO (2003). Tomado de : *“La seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo”* www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/.../x6708s01.htm. (15 de junio del 2018).

FAO (2012). *“El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura”*. (SOFIA).

FAO (2014). *“El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura”*.
(SOFIA).

FONDEPES, (2004). *“Manual del cultivo de tilapia. Proyecto de apoyo al desarrollo del sector pesca y acuicultura del Perú”* – PADESPA.

Gómez, R. (2014). *“Efectos de tres niveles de densidad (peces/m²) en el periodo de juveniles a adultos de tilapia (Oreochromis niloticus) cultivados en estanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann 2013”*. Tesis.

Huet, M. (1980). *“Tratado de Piscicultura”*. Publicado en Edit Mundiprensa.

INFOPECA (2013). *“Conferencia mundial de tilapia”*. Río de Janeiro – Brasil. FAO – INFOPECA.

López, B., Cruz, B., (2011). *“Elaboración de un pro biótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (Oreochromis sp.), en la*

etapa de engorde en la zona de Santo Domingo". Informe técnico del proyecto de investigación – Ecuador.

Llanes, O., Norzagaray, M., Muñoz, P. y Ruiz, R., (2013). *"Aguas subterráneas: Alternativa acuícola en Nor este de México"*. Revista Aquatic N- 38. ISSN 1578-4541.

Ministerio de la Producción (PRODUCE) (2013). *"Anuario estadístico pesquero y acuícola 2013"*.

Ministerio de la Producción (PRODUCE) y ESAN. (2014). *"Plan de Negocios para la acuicultura, industrial de la tilapia en el departamento de San Martín"*.

Patti, J., Esteve, M. y Gaviria, J. (2011). consumo de oxígeno del híbrido de tilapia roja florida oreochromis sp. en agua de mar, bajo condiciones de universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Departamento de Acuicultura, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Venezuela.

PET. (2017). *"Parámetros físicos químicos, en la zona Santa Rosa"*
Tacna. Proyecto Especial Tacna

Químicas Net (2018) “Los carbonatos”. Recuperados de
<https://www.quimicas.net/2015/09/los-carbonatos.html>

Tomado el 18 de junio del 2018.

Sánchez, C., (2013) “Efecto de tres niveles de proteínas en el desarrollo del periodo de alevinaje de tilapia chitralada *Oreochromis niloticus* en tanques de eternit en la UNJBG – Tacna”. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero.

Vega, E. (2005) “Parámetros de la calidad del agua para granjas de tilapia” (U.N.A.M).

Viceministerio de Pesquería (2004). “Cultivo de tilapia”
Dirección Nacional de Acuicultura Lima-Perú.

Vice Ministerio de Pesquería (2009). “Cultivo de Tilapia” Dirección
Nacional de Acuicultura. Lima-Perú.

Wheaton, F., (1977). “Acuicultura Diseño y Construcción de
Sistemas”.

ANEXOS

Anexo 6. Distribución de longitudes y pesos

Cuadro 18. Distribución de longitudes del mes de noviembre

Distribución de longitudes (Nov/15)				
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Porcentaje válido (%)
5,7	5	2,0	2,0	2,0
5,8	36	14,6	16,7	14,6
5,9	1	0,4	17,1	,4
6,0	49	19,9	37,0	19,9
6,1	41	16,7	53,7	16,7
6,2	46	18,7	72,4	18,7
6,3	64	26,0	98,4	26,0
6,4	1	0,4	98,8	0,4
6,5	3	1,2	100,0	1,2
Total	246	100,0		100,0

Fuente: Elaboración propia.

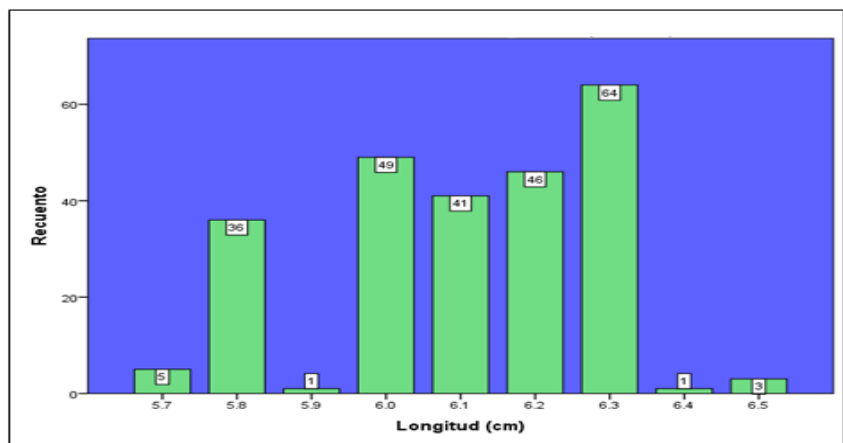


Figura 13. Distribución de longitudes 15 de noviembre

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19. Distribución de longitudes del mes de diciembre

LONGITUD				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	8,00	41	16,7	16,7
	8,50	14	5,7	22,4
	9,00	35	14,2	36,6
	9,20	35	14,2	50,8
	9,50	38	15,4	66,3
	10,00	43	17,5	83,7
	10,30	40	16,3	100,0
	Total	246	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

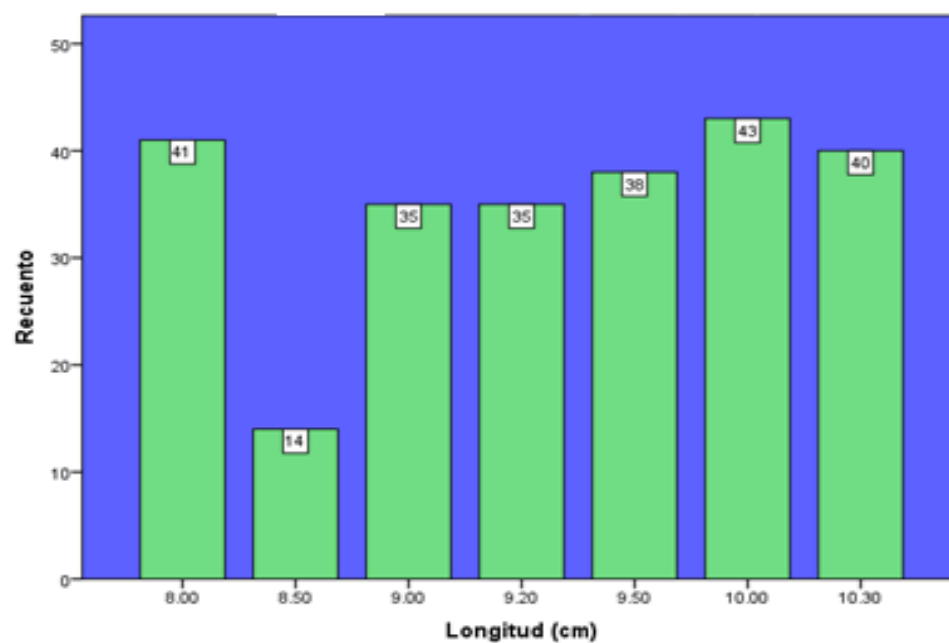


Figura 14. Distribución de longitudes 15 de diciembre

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Distribución de longitudes del mes de enero

LONGITUD				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	11,00	29	11,8	11,8
	11,40	33	13,4	25,2
	12,00	28	11,4	36,6
	12,20	29	11,8	48,4
Válidos	12,40	31	12,6	61,0
	13,00	36	14,6	75,6
	13,20	31	12,6	88,2
	13,40	29	11,8	100,0
	Total	246	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

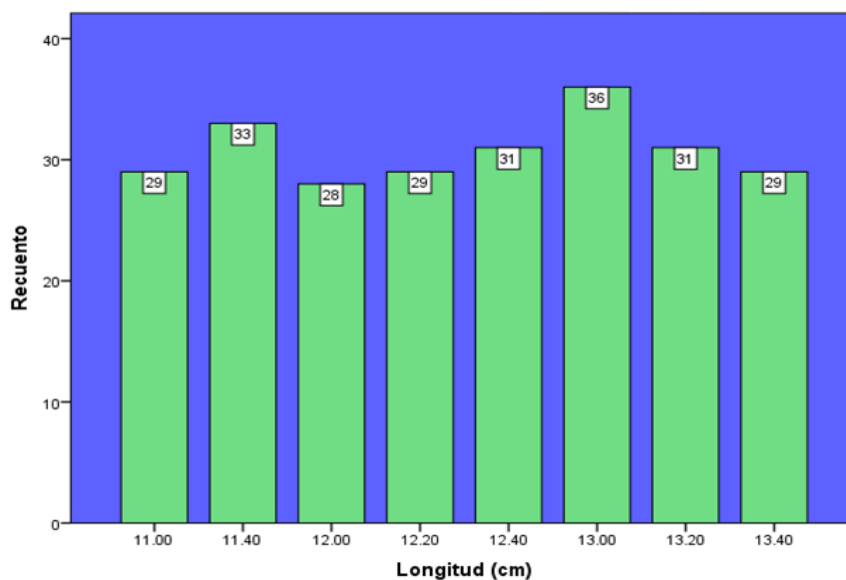


Figura 15. Distribución de longitudes 15 de enero

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21. Distribución de longitudes del mes de febrero

LONGITUD				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	9,00	16	6,5	6,5
	10,00	31	12,6	19,1
	11,00	40	16,3	35,4
	12,00	29	11,8	47,2
	13,00	14	5,7	52,8
	14,00	28	11,4	64,2
	15,00	29	11,8	76,0
	16,00	27	11,0	87,0
	17,00	32	13,0	100,0
	Total	246	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

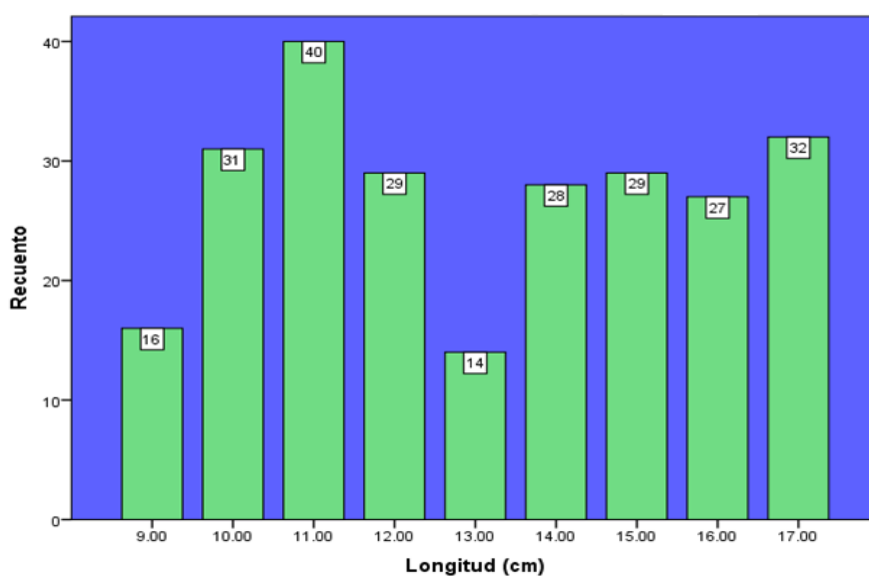


Figura 16. Distribución de longitudes 15 de febrero

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Distribución de peso del mes de noviembre

Distribución de Pesos (Nov/15)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
6,0	1	,4	,4	,4
6,5	6	2,4	2,4	2,8
6,8	6	2,4	2,4	5,3
7,0	48	19,5	19,5	24,8
7,2	18	7,3	7,3	32,1
7,3	5	2,0	2,0	34,1
7,4	16	6,5	6,5	40,7
7,5	58	23,6	23,6	64,2
7,8	25	10,2	10,2	74,4
8,0	63	25,6	25,6	100,0
Total	246	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

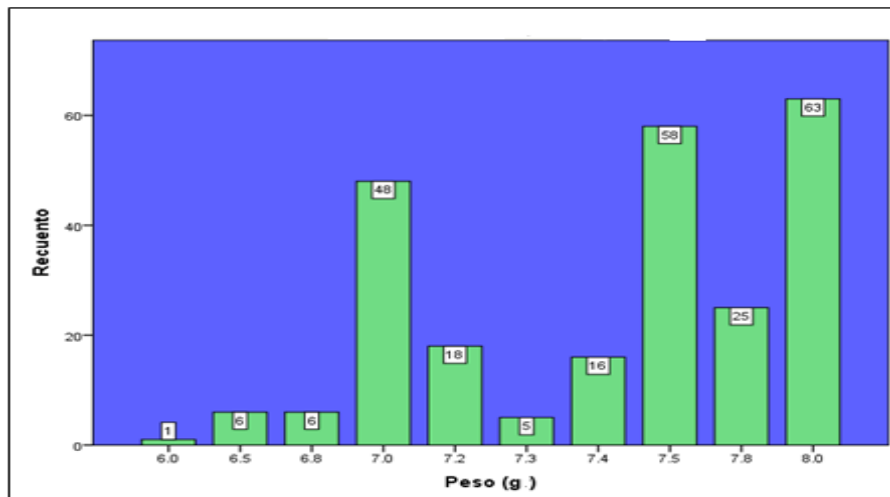


Figura 17. Distribución de peso mes de noviembre

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23. Distribución de peso del mes de diciembre

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
15,00	1	,4	,4	,4
15,50	2	,8	,8	1,2
16,00	18	7,3	7,3	8,5
16,50	11	4,5	4,5	13,0
16,80	8	3,3	3,3	16,3
17,00	41	16,7	16,7	32,9
Válidos 17,50	39	15,9	15,9	48,8
17,80	26	10,6	10,6	59,3
18,00	62	25,2	25,2	84,6
18,20	2	,8	,8	85,4
18,50	9	3,7	3,7	89,0
19,00	27	11,0	11,0	100,0
Total	246	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

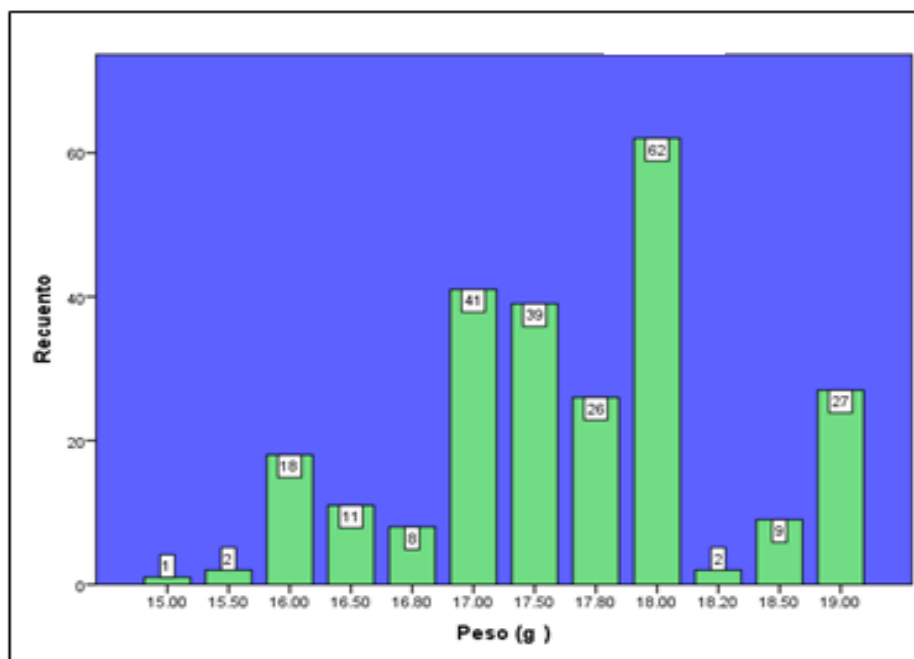


Figura 18. Distribución de pesos 15 de diciembre

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24. Distribución de peso del mes de enero

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
27,00	3	1,2	1,2	1,2
27,50	1	,4	,4	1,6
28,00	11	4,5	4,5	6,1
28,50	4	1,6	1,6	7,7
29,00	22	8,9	8,9	16,7
29,50	11	4,5	4,5	21,1
30,00	28	11,4	11,4	32,5
Válidos 30,40	1	,4	,4	32,9
30,50	28	11,4	11,4	44,3
31,00	33	13,4	13,4	57,7
31,50	30	12,2	12,2	69,9
32,00	31	12,6	12,6	82,5
32,50	24	9,8	9,8	92,3
33,00	19	7,7	7,7	100,0
Total	246	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

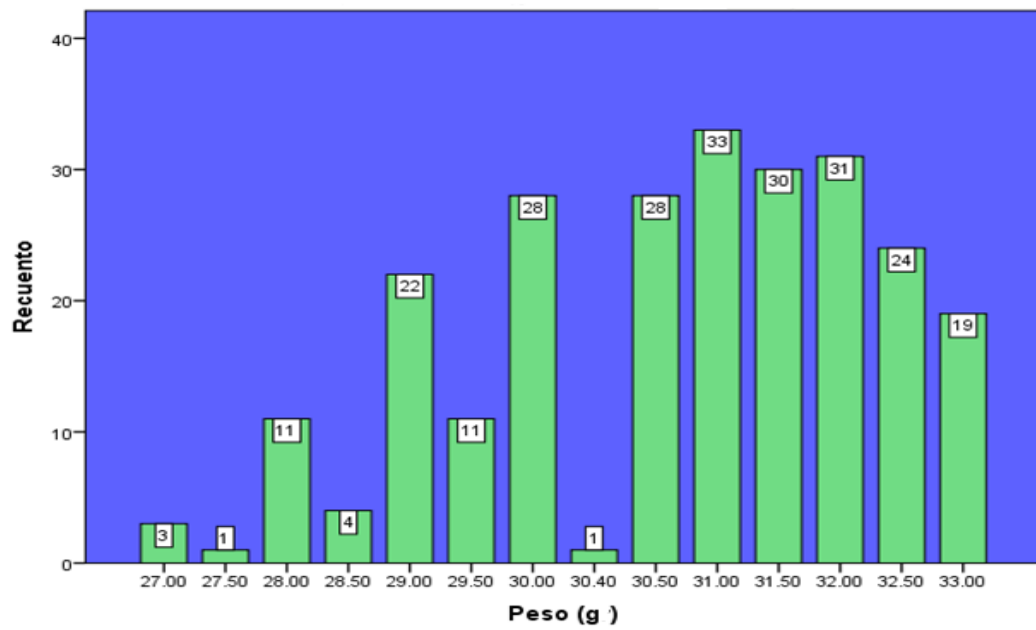


Figura 19. Distribución de pesos 15 de enero

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Distribución de peso del mes de febrero

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
14,00	2	0,8	0,8	0,8
15,00	1	0,4	0,4	1,2
16,00	7	2,8	2,8	4,1
17,00	12	4,9	4,9	8,9
18,00	7	2,8	2,8	11,8
20,00	9	3,7	3,7	15,4
22,00	4	1,6	1,6	17,1
23,00	1	0,4	0,4	17,5
24,00	11	4,5	4,5	22,0
25,00	6	2,4	2,4	24,4
27,00	9	3,7	3,7	28,0
28,00	3	1,2	1,2	29,3
30,00	5	2,0	2,0	31,3
31,00	7	2,8	2,8	34,1
32,00	2	0,8	0,8	35,0
34,00	1	0,4	0,4	35,4
35,00	9	3,7	3,7	39,0
38,00	14	5,7	5,7	44,7
Válidos 39,00	5	2,0	2,0	46,7
40,00	11	4,5	4,5	51,2
41,00	1	0,4	0,4	51,6
42,00	4	1,6	1,6	53,3
43,00	2	0,8	0,8	54,1
45,00	10	4,1	4,1	58,1
46,00	3	1,2	1,2	59,3
47,00	2	0,8	0,8	60,2
48,00	10	4,1	4,1	64,2
50,00	24	9,8	9,8	74,0
51,00	1	0,4	0,4	74,4
52,00	2	0,8	0,8	75,2
53,00	1	0,4	0,4	75,6
54,00	5	2,0	2,0	77,6
55,00	13	5,3	5,3	82,9
56,00	21	8,5	8,5	91,5
57,00	2	0,8	0,8	92,3
58,00	19	7,7	7,7	100,0
Total	246	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

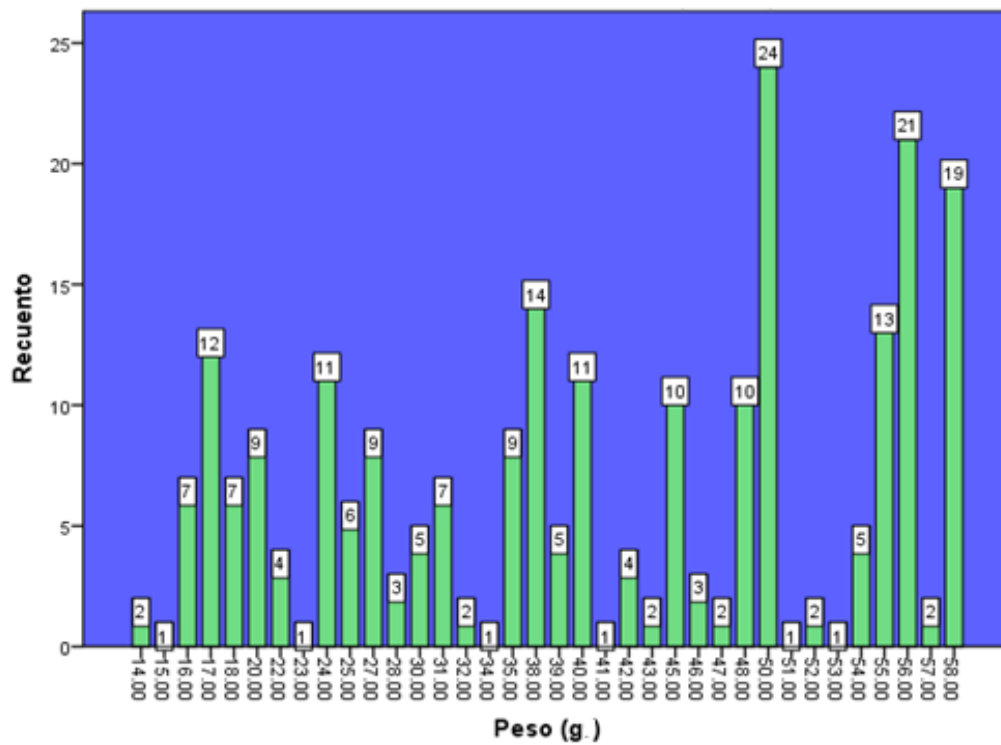


Figura 20. Distribución de pesos 15 de febrero

Fuente: Elaboración propia.