

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León

Escuela de Ciencia Agraria y Veterinaria.

Departamento de Acuícola.

Ingeniería Acuícola.



Monografía de tesis para optar al grado de Ingeniero Acuícola.

Titulo:

Comparación de un sistema simbiótica vs un cultivo tradicional semi-intensivo en la etapa juvenil tilapia en la (ECAV) Unan-León mayo-junio 2022.

Autor:

Br. Juan Alberto Luna Villanueva.

Abril a mayo del 2022.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERCIDAD”

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León
Escuela de Ciencia Agraria y Veterinaria.
Departamento de Acuicola.
Ingeniería Acuicola.



Monografía de tesis para optar al grado de Ingeniero Acuicola.

Título:

Comparación de un sistema simbiótica vs un cultivo tradicional semi-intensivo en la etapa juvenil tilapia en la (ECAV) Unan-León mayo-junio 2022.

Autor:

Br. Juan Alberto Luna Villanueva.

Tutor:

Ing. Francisco Santamaría.

Abril a mayo del 2022.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERCIDAD”

Agradecimientos

Doy gracias a dios por todo lo que me dado en la vida, por la salud que me brindado, por la fortaleza para poder culminar todas mis metas y una de ellas son mis estudios académicos desde mi primaria hasta mi universidad, por la bendición de todas las personas que me motivaron para seguir adelante y el ánimo que me brindaron en los momentos critico todo esto me ayudo a culminar mis estudios superiores, doy gracias a dios por todas las bendiciones brindadas en mi vida.

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me han brindado en mi vida, por ser los que me acompañaron en esta travesía que ha sido mis estudios universitarios, por brindarme todo su apoyo siendo un pilar en mi vida, me dan ánimo para seguir en mis momentos más crítico y todo esto me ayudado a culminar mis estudios superiores esperando enorgullecerlos cumpliendo mis metas.

Mi agradecimiento a mi alma mater por darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, doy gracias a todas las personas que me ayudaron directamente e indirectamente, a todos los maestros de mi carrera que me transmitieron sus conocimientos para mi desarrollo profesional y el día de hoy se han reflejado en la culminación de mis estudios universitarios.

A mi tutor el Ing. Francisco Santamaría por haberme brindado su apoyo a lo largo de mi investigación, por ayudarme con sus conocimientos facilitándome las herramientas necesarias para el desarrollo de mi investigación con esto culmino mi etapa universitaria deseándole muchas bendiciones en su vida para que ayude a otros como me ayudo a mí en mi investigación.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a nuestro señor Jesucristo por darme la fuerza y resistencia para poder terminar mis estudios académicos satisfactoriamente ya que todo se puede con su ayuda con esto cumplo una de mis metas ser un profesional.

A mis padres por todos los sacrificios para yo poder estudiar todo su esfuerzo están reflejados en la culminación de esta etapa de mi vida agradezco todo lo que me han dado y gracias a todos sus consejos, enseñarme que el esfuerzo tiene fruto, que es la culminación de mis estudios superiores.

A mis docentes por todo su apoyo, doy gracias por sus consejos para poder ser un buen profesional y desempeñarme lo mejor posibles en el mundo laboral, agradezco a todos los docentes por forjarme profesionalmente en estos 5 años de mi carrera universitaria agradeciendo todo lo que hacen por los estudiantes.

A nuestra alma mater por permitirnos optar por las diferentes carreras universitarias forjando profesionales de calidad, dándonos todas las herramientas para para desempeñarnos en el mundo laborar, agradeciendo ser parte de la familia Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León (UNAN-León).

Resumen

El objetivo de este estudio es comparar un sistema simbiótico con un cultivo tradicional utilizando juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp*), se utilizaron dos tinas de 1,2 toneladas, desinfectadas y llenadas al 80% de su capacidad, rotuladas T1 Y T2, se utilizaron 50 organismos de tilapia en la etapa juvenil se distribuyeron 25 en cada estanque, a la T1 se aplicó el probiótico mas el alimento, a la T2 solo se aplicó el alimento ya que esta solo es el control de la investigación y esta tuvo una duración de un mes y medio. A lo largo de la investigación se recopilaron los datos de los parámetros físico-químicos y lo datos poblacionales, obteniendo los siguientes resultados el cultivo simbiótico obtuvo los mejores resultados en todas las variables: con oxígenos disueltos am de 3 a 10 mg/, pm 4 a 17 mg/l y con temperaturas am 25 a 30 °c y pm de 26 a 34 °c. Todos esto dentro de los rangos óptimos de cultivo lo que produjo un mejor crecimiento de los organismos. En los datos productivos la tecnología simbiótica obtuvo resultados satisfactorios con un peso promedio inicial de 30 gr finalizando con 49 gr, con un ritmo de crecimiento inicial de 4 gr en la primera semana finalizando con 19 gr, con un tasa de crecimiento final de -23 utilizando una fórmula para calcular nos da un resultado 1,68, con una sobrevivencia del 96%, con un fca final de 0.4 y con un rendimiento productivo de 32 941 lb/h demostrando que la tecnología simbiótica mejora los cultivos productivos acuícolas mejorando la eficiencia en los ciclos a diferencia de los cultivos tradicionales.

Carta de autorización del tutor

CERTIFICACIÓN

Francisco José Santamaría Balmaceda, Profesor Tiempo Completo Auxiliar en el Departamento de Acuícola, Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, (UNAN-León).

CERTIFICA:

Que la presente memoria titulada **TEMA:**

“Comparación de un sistema simbiótica vs un cultivo tradicional semi-intensivo en la etapa juvenil tilapia en la (ECAV) Unan-León mayo-junio 2022.” presentada por el Br: Juan Alberto Luna Villanueva, para optar al grado de Ingeniero Acuícola por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Ha sido realizada bajo mi dirección y que hallándose concluida autorizo su presentación para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo el presente en León, el 22 de septiembre de 2023.

Ing. Francisco José Santamaría.

Abreviaturas

M³: metros cúbicos

°T: temperatura

°C: centígrados

OD: oxígeno disuelto

pH: potencial de hidrogeno

FCA: factor de conversión alimenticia

Rc: ritmo de crecimiento

Gr: gramos

Cm: centímetros

Lb/h: libras por hectárea

Km²: kilómetros cuadrados

M²: metros cuadrados

%: porcentaje

Ups: unidades prácticas de salinidad

Mg/l: miligramos por litro

Peces/lb: peces por libras

ml: mililitros

Am: antes del medio día

Pm: después del medio día

T1: cultivo simbiótico

T2: cultivo tradicional

ECAV: Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria

Índice

1	Introducción.....	1
2	Objetivos.....	4
2.1	Objetivo general.....	4
2.2	Objetivo específico.....	4
3	Marco teórico.....	5
3.1	Generalidades de las tilapias.....	5
3.2	Morfología externa.....	6
3.3	Morfología interna.....	7
3.4	Ciclo de vida.....	8
3.4.1	Huevos.....	8
3.4.2	Alevines.....	8
3.4.3	Cría.....	8
3.4.4	Juvenil.....	9
3.4.5	Adulto.....	9
3.5	Habitad.....	9
3.6	Hábitos alimenticios.....	10
3.7	Sistema de cultivo.....	10
3.7.1	Cultivo extensivo.....	10
3.7.2	Cultivo semi-intensivo.....	10
3.7.3	Cultivo intensivo.....	11
3.7.4	Cultivo súper-intensivo.....	11
3.8	Calidad del agua.....	11
3.8.1	Oxígeno disuelto.....	11
3.8.2	Temperatura.....	12
3.8.3	pH.....	12
3.9	Probióticos.....	12
3.10	Uso de probiótico en la acuicultura.....	12
3.10.1	Sistemas de cultivación simbiótica.....	13
4	Metodología.....	14
4.1	Tipo de estudio.....	14
4.2	Ubicación del experimento.....	14
4.3	Dispositivo experimental.....	14

4.4 Traslado de organismo.....	14
4.5 Aclimatación y siembra.....	14
4.6 implementación del sistema simbiótica.....	15
4.7 Alimentación.....	15
4.8 Monitoreo de los parámetros físico-químicos.....	15
4.9 Muestreos poblacionales.....	15
4.10 Técnica de recolección de datos.....	16
4.11 Análisis de los datos.....	16
5 Resultado y discusión.....	17
5.1 Oxígeno disuelto.....	17
5.2 Temperatura.....	19
5.3 Peso promedio.....	21
5.4 Ritmo de crecimiento.....	22
5.5 Tasa de crecimiento.....	23
5.6 Supervivencia.....	24
5.7 FCA.....	25
5.8 Rendimiento productivo.....	26
6 Conclusión.....	27
7 Recomendaciones.....	28
8 Bibliografía.....	29
9 Anexos.....	32

Lista de tablas

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la tilapia sp.....	5
Tabla 2.	Efectos de los oxígenos en las tilapias.....	10
Tabla 3.	Formato para la toma de los parámetros fisicoquímicos.	32
Tabla 4.	Formato de los muestreos de crecimiento.	32
Tabla 5.	Formato de los datos poblacionales.	33

Lista de figuras

Figura 1.	Morfología externa de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015).....	6
Figura 2.	Morfología externa de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015).....	7
Figura 3.	Ciclo de vida de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015).....	9
Figura 4.	Valores de oxígeno disuelto am de la T1 y T2	17
Figura 5.	Valores de oxígeno disuelto pm de la T1 y T2	18
Figura 6.	Valores de temperatura am de la T1 y T2.....	19
Figura 7.	Valores de temperatura pm de la T1 y T2.....	20
Figura 8.	Valores del peso promedio de la T1 y T2.....	21
Figura 9.	Valores del ritmo de crecimiento de la T1 y T2.....	22
Figura 10.	Valores de la tasa de crecimiento de la tilapia T1 y t2.....	23
Figura 11.	Valores de la sobrevivencia de la T1 y T2	24
Figura 12.	Valores del FCA de la T1 y T2.....	25
Figura 13.	Valores del rendimiento productivo de la T1 y T2	26
Figura 14.	Implementación del experimento.....	33
Figura 15.	Charolas.....	34
Figura 16.	Muestreos poblacionales.....	34

1 Introducción

En todo proceso de producción de tilapias, uno de los factores complicados de resolver lo constituye la alimentación en la fase de alevines, por los altos costos que esta representa y que si no se hace de forma idónea se obtiene altas mortalidades. Con el propósito de determinar la efectividad del sistema simbiótico (utilizando probiótico a base de salvado de arroz) en relación sistema tradicional en cultivos semi-intensivos de *O. niloticus*, se compararon ambos sistemas, sembrando 100 organismos (50 organismos cada una) en dos unidades experimentales de 7.24 m³, cada una, evaluándose periódicamente la temperatura, OD, pH y turbidez, y de forma semanal el peso promedio, FCA, RC, y sobrevivencia en ambas unidades. Se obtuvo como resultado que los parámetros físico-químicos monitoreados encontraron en los rangos óptimos para el crecimiento de *O. niloticus*.

El análisis productivo realizado en los sistemas de cultivo tradicional y sistema simbiótico estudiado mediante diversos parámetros de crecimiento, mostró diferencias entre ambos sistemas, siendo el sistema simbiótico el que presentó el mejor resultado productivo. La diferencia de pesos (11.34 gr), tallas (2.41 cm), ritmos de crecimiento (0.25 gr diarios) y rendimientos productivos (1,551.99 lb/h) entre ambos tratamientos, demuestra la efectividad del probiótico a base de salvado de arroz en el crecimiento de alevines de *O. niloticus*. Por lo tanto, los resultados encontrados evidencian que efectivamente el sistema simbiótico con aplicación de probiótico en el estanque, tienen un efecto benéfico en el crecimiento y engorda de los alevines de tilapia, aunque se requieren de estudios específicos sobre una mejor aplicación de este sistema. (Bárcenas, Calderón, & Gaitan, 2019)

Un alimento simbiótico comprende una mezcla entre prebiótico y probiótico que afectan positivamente al organismo. Este estudio evaluó la efectividad del remplazo del 30% del concentrado comercial por harina bioestimuladas, mediante un protocolo simbiótico en la dieta juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp). El experimento se realizó en la unidad de acuicultura de la escuela agrícola panamericana, zamorana de febrero a abril del 2020. Se utilizaron las nuevas unidades acuícolas tanques que fueron divididos en tres tratamientos control, harina de coquito y la harina de soya con tres tratamientos

cada uno, se colocó 10cm de suelo y se sembraron 200 alevines en cada estanques dando los siguientes resultados la harina de soya obtuvo el mayor aumento en el peso, en la sobrevivencia destaco la harina de coquito y la que produjo menor cantidad de materia orgánica fue la harina de soya el grupo de control obtuvo el menor pH en el suelo se recomienda realizar el experimento sin el suelo para que ver cómo afecta al organismo y la calidad del agua. (Córdova, Nicolás, Millán, & Jaime, 2020)

La acuicultura en México es una actividad que genera 2800,000 empleos y produce cerca de 400,00 toneladas de productos acuícolas, principalmente tilapia sp con 4,600 granjas. Sin embargo durante el proceso de producción se generan mucho residuo y esto afecta mucho al medio ambiente, por lo tanto, el objetivo de esta investigación es realizar un protocolo de acuicultura de simbiótica en una granja acuícola ubicada en el estado de Veracruz, México.

Metodológicamente se prepararon 3 estanques de 15,07m³ donde se sembraron 120 juveniles de *O. niloticus* de 12 a 15 gramos por un periodo de 150 días, a las balsas de cultivo se les añadió fermento diluido con salvado de arroz, soja y melaza junto a un aditivo de *Basillus* sp. Los resultados demostraron un costo productivo de \$32.95 pesos mexicanos por kg de tilapia, el factor de conversión alimenticia fue de 1.13 y el peso final fue de 25 a 45 gramos. El agua del estanque no se modificó durante el proceso, manteniendo niveles óptimos de calidad para el desarrollo de las tilapias. (Betanzo, Sandoval, Reyes, & Celdran, 2021)

La república de Nicaragua posee una población 6,22 millones de habitantes, abarca un territorio de 130.688 km², con unos 410 km² de costa en el océano pacífico, 520 km² en el mar caribe siendo unos de los países más ricos en recursos hídricos de centro américa la acuicultura inicio en los 80my de manera rural en los 90 siendo el cultivo del camarón el mayor lucro de la acuicultura y no se implementaron el cultivo de otras especies. (Tecnosolución, 2021)

La pesca artesanal tiene una gran importancia en zonas deprimidas económicamente ya que esta es su única fuente de ingresos y las áreas con más desarrollo son el pacífico, caribe donde en estas zonas costeras no hay muchas alternativas de trabajo, el consumo de pescado es muy escaso, pero es mayor en estas

zonas costeras porque es parte importante de su dieta. El desarrollo de la piscicultura ha sido a menor escala ya que la pesca es la mayor fuente de pescado para la población. Pero la explotación de nuestros mares ha sido de manera excesiva y una alternativa es la crianza de peces de agua dulce, pero hay muchas dificultades en el cultivo de manera artesanal. (Fao, 2021)

La demanda mundial de carne de tilapia continúa creciendo año a año en primer lugar en exportación tenemos a china. Los estados unidos y México otros exportan a menor escala entre ellos tenemos a Nicaragua mientras el mundo demanda carne de tilapia un país como el nuestro que posee grandes cantidades de cuerpo de agua dulce tiene menor producción que otros países.

Si mejoráramos las técnicas de cultivo de tilapia mejorando los rendimientos productivos podríamos entrar al mercado de la tilapia y obtener otra fuente de ingreso además de la camaronicultura ya que contamos con muchas fuentes de agua en todo el país se puede producir en todas partes. (Cotto, 2013)

Hay muchas limitantes en el cultivo de manera tradicional ya sea la cantidad de organismo por m², para aumentarlo utilizamos sistemas de bombeos lo que causa un aumento en los costos productivos y una de las mejoras es el uso de la tecnología simbiótica que son microorganismos que benefician de manera directa o indirecta sobre la salud de los organismos y el cuerpo de agua. La aplicación de simbiótica en los cultivos de tilapia es una mejora en la producción ya que es más sostenible, resiste altas densidades y nos genera un beneficio sobre el medio ambiente ya que la acuicultura tradicional se basa en el uso de alimentos balanceados, realizar recambios y el uso de Probióticos en cambio simbiótica se basa en el uso de microorganismos que ejercen un beneficio produciéndose varios tipos de microorganismos como: bacterias, levadura, protozoos, plantas y fitoplancton que generan una relación simbiótica con los organismos en cultivo. Los beneficios son se reduce o minimizan en un 80% los recambios de agua, se reduce en un 30% el consumo de alimento ya que los bioflocos generados por simbiótica son un alimento de alta calidad y ejerce un efecto de bioremedación manteniendo los parámetros físico-químicos bajo control ya que regula el amonio. (Baf, 2021)

2 Objetivos.

2.1 Objetivo general

- Comparar la etapa juvenil de tilapia en cultivo utilizando la tecnología de simbiótica en relación con un sistema semi-intensivo tradicional.

2.2 Objetivo específico

- Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. (Temperatura, O₂, pH)
- Análisis de los datos poblacionales (Peso promedio, Tasa de crecimiento, FCA,) de la tecnología simbiótico y el cultivo semi-intensivo tradicional.
- Conocer la efectividad (rendimiento productivo, sobrevivencia) de la tecnología simbiótica en el cultivo de tilapia.

3 Marco teórico.

3.1 Generalidades de las tilapias.

Las tilapias son organismos tropicales dulceacuícolas, originarias de África y Medio Oriente lo cual gracias a su gran adaptabilidad se encuentran distribuidas en todos los países tropicales y subtropicales del mundo con fines de cultivo. (Delgado, 2012)

La tilapia roja (*Oreochromis* sp) es el nombre genérico con el que se denomina a un grupo de peces originarios de África y el Medio Oriente (Castillo, 2013) dependiendo de las especies hay diferentes tonalidades azul, verde y rojo (Animales, 2021). Llegan a la madurez sexual cuando alcanza un peso entre 30 a 50 gramos, pueden procrear en agua dulce o salubre las hembras pueden desovar más de una vez al año se caracterizan por tener cuidados parentales con los huevos fertilizados son resguardados por las hembras hasta la eclosión esto dura entre tres días y tres semanas. (Sánchez, 2021)

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la tilapia sp

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrado
Superclase	Gnathostomata
Serie	Peces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percioidei
Familia	Cichilidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Mossambicus</i>
Nombre científico	<i>Oreochromis</i> sp
Nombre común	Tilapia

(Arauz, Paola, 2021)

3.2 Morfología externa.

Presentan un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que tiene la función de entrada y salida de la cavidad nasal, el cuerpo es generalmente comprimido y discoidal raramente alargado su boca es protráctil se caracteriza por ser ancha y estar bordeada por labios gruesos, la mandíbula contiene dientes cónicos y algunas veces incisivos.

Para su locomoción posee aletas pares e impares, las aletas pares las constituyen las pectorales y ventrales. Las impares son la aleta dorsal, caudal y anal siendo aletas cortas, con varias espinas, la parte final del radio es suave con aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente corta y como en todos los peces esta tiene la función de mantener el equilibrio en el nado y al lanzarse al agua. (saavedra, 2006)

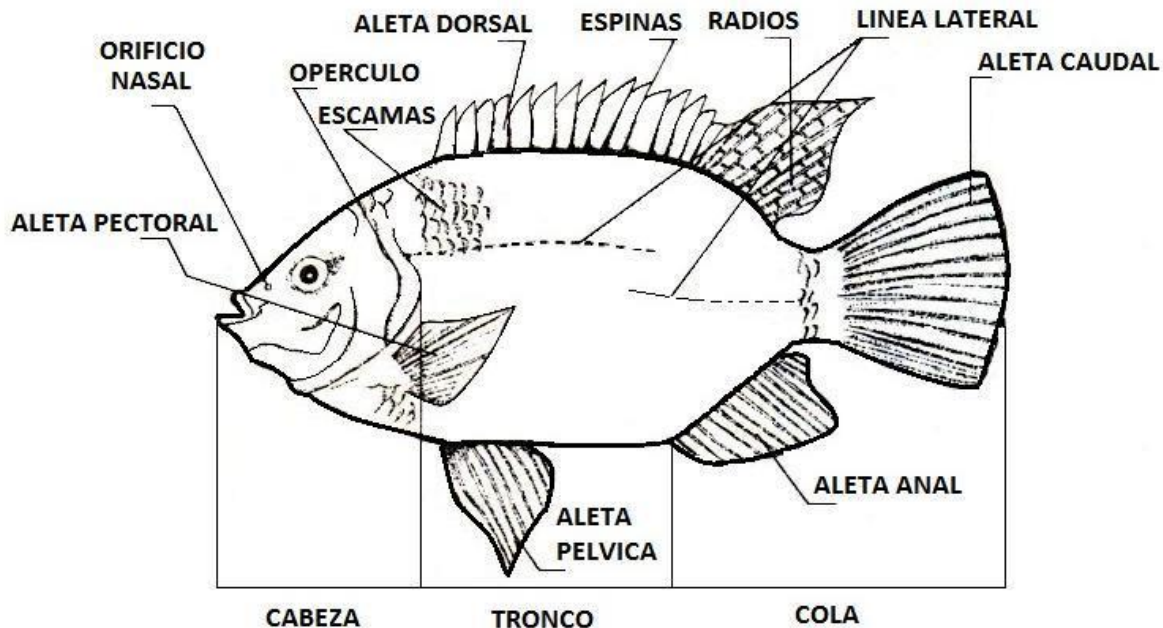


Figura 1. Morfología externa de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015)

3.3 Morfología interna.

El sistema digestivo de la tilapia inicia por la boca que presenta dientes mandibulares que pueden ser unicuspides, bicúspides y tricúspides (Aleman, 2002) estos tienen la función de fragmentar el alimento que pasa por dos esófagos cortos donde el alimento no sufre un cambio químico y el torso donde produce la regulación osmótica posteriormente llegando al estómago (Avila, 2018) el esófago llega hasta el estómago, el intestino tiene la forma de un tubo hueco y redondo que se adelgaza después del píloro. El intestino es 7 veces más largo que la longitud del cuerpo entre las diferentes especies de peces herbívoros.

Presenta dos glándulas una de ellas es el hígado que es órgano de gran tamaño y alargado, sujeto al hígado hay una estructura pequeña de color verdoso es la vesícula la cual está conectada al intestino y tiene la función de desdoblar los alimentos, el otro ganglio digestivo es el páncreas que es pequeño, torcido con fragmentos redondos no se ve a simple vista. (Aleman, 2002)

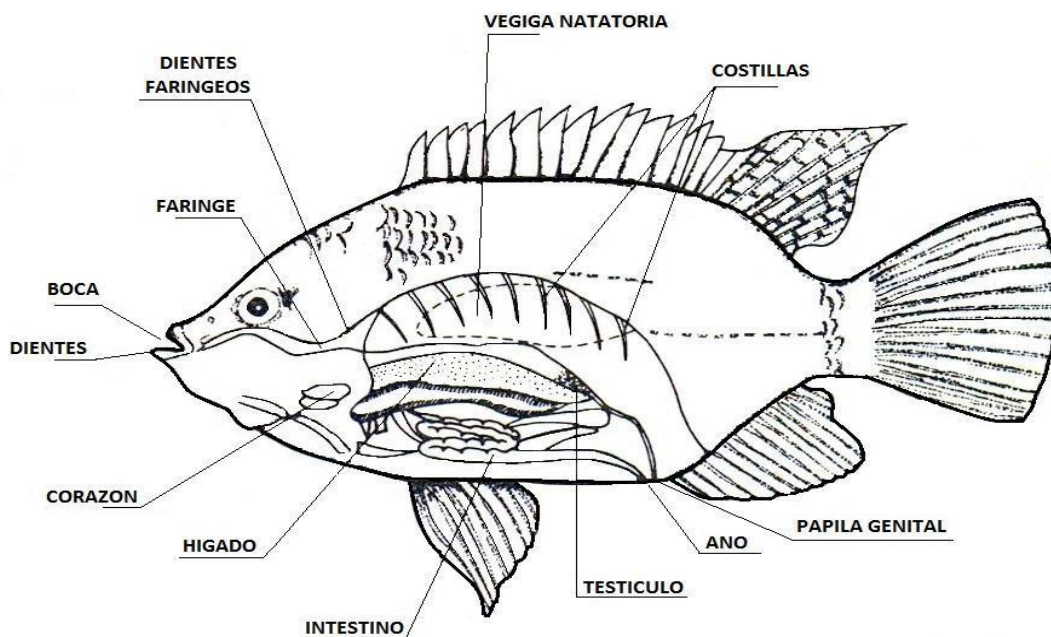


Figura 2. Morfología externa de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015)

El sistema circulatorio representado por el corazón generalmente redondo, bilobulado compuesto por tejido muscular y se encuentra en la base de la garganta la vejiga natatoria está cerca del corazón se ubica en la base intermedia por debajo de la columna vertebral su forma es alargada y se caracteriza por almacenar aire manteniendo la flotabilidad del pez. (Avila, 2018) el riñón posee una forma ovoide que está conectado a la vejiga y este filtra la sangre, amonio, urea, ácido úrico permitiendo la osmoregulación con el medio acuático. (Aleman, 2002).

El aparato reproductivo en las hembras está constituido por un par de gónadas, los ovarios de forma alargado y tubulares de diámetro variado, en los machos los testículos también son pares ubicados en la parte superior del hígado y por debajo de la vejiga natatoria siendo pequeños, con forma de sacos alargados. (Delgado, 2012)

3.4 Ciclo de vida.

La tilapia posee un tipo de reproducción bisexual, espermatozoides en los machos y ovarios en las hembras su madures sexual la alcanzan a partir de los 3 a 4 meses de vida con una longitud de 8 a 16 cm. Su reproducción es externa en condiciones naturales el macho construye un nido luego la hembra deposita sus huevos para que el macho los fertilice una vez terminado esto la hembra recoge los huevos con su boca para incubarlos de 4 a 7 días hasta su eclosión.

3.4.1 Huevos.

Es el producto de la fecundación de los gametos masculinos y femeninos, una vez realizado la fecundación comienza el desarrollo embrionario luego cuando ya está formado completamente giro dentro del espacio peri-vitelino todos estos movimientos se vuelven más energéticos cuando se acerca la eclosión. (Urbana, 2020)

3.4.2 Alevines.

Esta etapa dura alrededor de 3 a 5 días y la sobrevivencia de eso se basa en los nutrientes y proteínas almacenado en el saco vitelino al terminar la fase alcanza un tamaño de 0.5 a 1 cm.

3.4.3 Cría.

La tilapia se considera una cría cuando alcanza un tamaño de 3 a 7 cm.

3.4.4 Juvenil.

Se considera juvenil cuando tiene una talla de 7 a 10 cm lo que se alcanza en un lapso de dos meses de edad y a medida que esto ocurre es mayor la exigencia de nutrientes se van diferenciando los sexos y su aspecto se va acercando a la del adulto.

3.4.5 Adulto.

Esta es la última etapa de su desarrollo con una talla de 10 a 18 cm con un peso de 70 a 100 gr peso que alcanza alrededor de 3 a 5 meses de vida. (Urbana, 2020)

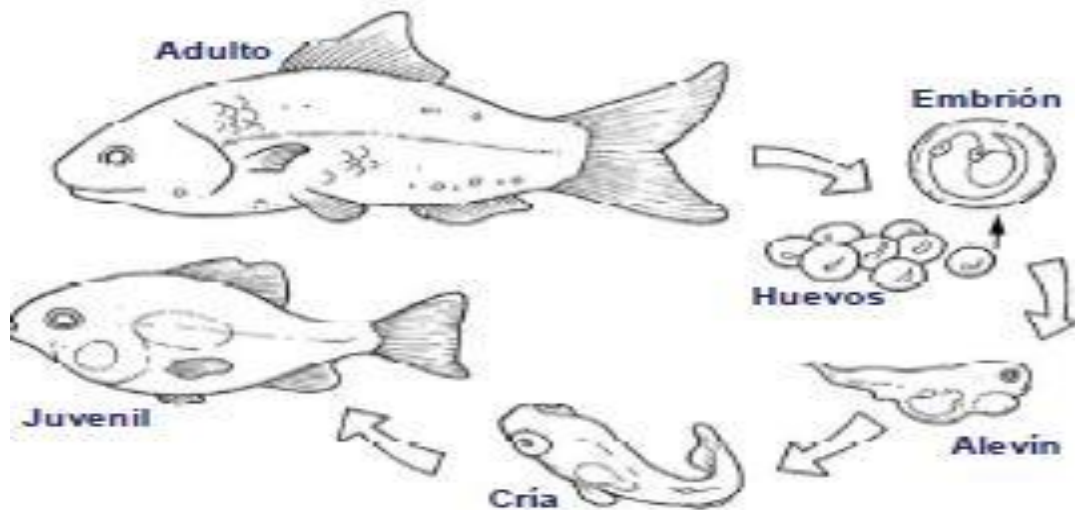


Figura 3. Ciclo de vida de la tilapia sp (Pérez, Sáenz, 2015)

3.5 Habitat.

Las tilapia o mojarra africana son la especie aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales. Se les encuentran habitando en aguas lenticas principalmente en aguas estancadas e inactivas como lagos, lagunas, así como en aguas líticas rápidas como ríos y en aguas salubres.

El habitas que prefieren son fondos lodosos, toleran latas salinidades son especies con una alta capacidad de adaptarse a diferentes medios acuáticos agua dulce o salubre, los rangos que aguanta son de 0 a 40 ups (unidades prácticas de salinidad) en algunos casos toleran salinidades mayores.

Son especies euritermas toleran rangos de temperatura de 12 a 42 °c, la temperatura ideal para el cultivo es de 28 °c además toleran concentraciones de oxígeno

bajas requerimientos mínimos 1 mg/l. Se reproducen a temprana edad alrededor de los 8 a 10

semanas teniendo una talla de 7 a 16 cm por lo que es difícil controlar la población en cultivo. (Delgado, 2012)

Tabla 2 Efectos de los oxígenos en las tilapias

Oxigeno(ppm)	Efectos
0-0.3	Los peces pequeños sobreviven cortos periodos
0.3-2.0	Letal a exposiciones prolongadas
2.0-4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente
4.5	Rango deseables para el crecimiento de los peces

(nicovita, 2021)

3.6 Hábitos alimenticios.

El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro por lo que se pueden alimentar de diversos alimentos tales como algas unicelulares y bacterias también zooplancton. Las tilapias son peces provisto de branqui-espinas por la cuales filtran alimentos del agua del entorno en que viven. (Delgado, 2012) aunque también se alimentan de materia en suspensión coloidal y fitoplancton es una especie que se clasifica completamente como herbívora, alimentándose principalmente de fitoplancton como algas azul-verdes, las verdes y diatomeas. (FAO.org, 2022)

3.7 Sistema de cultivo.

3.7.1 Cultivo extensivo.

Este tipo de cultivo requiere poca inversión, captura del medio los nutrientes de su dieta para su desarrollo para estimular la producción primario del cultivo es común utilizar fertilizantes orgánicos, abono animal o subproducto agrícola las densidades son de 1 a 2 peces/m³.

3.7.2 Cultivo semi-intensivo.

En este sistema requiere recambio de agua semanal del 50% a 60%, es necesario sistemas de filtración para eliminar especies ajenas al cultivo se suministras

alimento comercial de acuerdo a la etapa de la especie a cultivar la densidad oscilan de 3 a 8 peces/m³. (Quintanilla, Hsien-Tsang, 2008)

3.7.3 Cultivo intensivo.

Por su manejo se requiere pilan 100 a 500 m² o estanques de 500 a 3000 m², al cultivo siempre se le incorpora un sistema de aireación con diferentes niveles de aireación este sistema requiere disponibilidad y una buena calidad del agua que se suministrara, el alimento es comercial con altos porcentaje de proteína de un 20% a 40% de acorde con el tamaño del pez las densidades oscilan de 10 a 15 peces/m³.

3.7.4 Cultivo súper-intensivo.

Se utilizan pilas de 100 a 500 m² o jaulas flotantes de 48-180 m² se hacen recambio diariamente y son continuos. Las densidades oscilan entre 30-100 peces/m³ para su desarrollo se requieren recambios del 700%. (Quintanilla, Hsien-Tsang, 2008)

3.8 Calidad del agua.

La calidad del agua está determinada por la parámetros físicos y químicos la calidad de la misma es un punto crítico en la producción, se debe tener un control sobre los parámetros físicos, químicos y biológicos esto deben de mantenerse en los rangos óptimos para el buen desarrollo del organismo en cultivo en el caso contrario el desarrollo bajaría, proliferación de patógeno con brotes de enfermedades y eventualmente mortalidad.

3.8.1 Oxígeno disuelto.

Dentro de los parámetros fisicoquímicos el más importante en el cultivo de especies acuáticas, el grado de saturación de oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud, directamente proporcional a la temperatura y pH. (gutierrez, 2014)

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajo de oxígeno disuelto (1.0 mg/l) pero le provocan estrés esta es la principal fuente de infecciones por patógenos, para tener un cultivo exitoso de tilapia el oxígeno debe de estar por exima de 4 mg/l valores menores que esto reduce el crecimiento y aumenta la mortalidad. (nicovita, 2021)

3.8.2 Temperatura.

Los peces son animales poiquilotermos es decir su temperatura depende de la temperatura del medio siendo muy sensible a cambios bruscos de la misma el rango óptimo de cultivo de tilapia oscila entre 28 a 32 °c aun que soportan una variación de 5 °c por debajo del rango óptimo. Los cambios de temperatura bruscos afectan directamente el metabolismo del organismo, mientras mayor la temperatura mayor el metabolismo como resultado mayor consumo de oxígeno.

3.8.3 pH.

El rango óptimo del pH oscila entre 6.5 a 9 valores por encima o debajo de estos rangos causan cambios de comportamientos en los peces como letargia, inapetencia, retardo en el crecimiento y retraso en la reproducción. Valores de pH cercanos a 5 produce mortalidad en periodos de 3 a 5 horas por fallas respiratorias causan pérdida de pigmentación y secreción de mucosa en la piel, en pH ácidos afectan las células de las branquias lo que disminuye la respiración causando la muerte por anoxia. (nicovita, 2021)

3.9 Probióticos.

Los Probióticos son organismo o sustancia que contribuyen al balance microbiano intestinal son microorganismo vivo que cuando son suministrado de manera en cantidades adecuadas proporcionan un beneficio a la salud de huésped. Se considera como probiótico a los suplementos alimenticios que contienen organismos vivos, muertos o ambos así mismo se refiere a los aditivos acuosos en forma de cepas individuales, múltiples o combinadas con Probióticos u otro inmuno estimulante los cuales se administran para mejorar la calidad del agua para reforzar la respuesta inmune y fisiológica del organismo en cultivo todo esto reduce el uso de compuestos químicos como los antibióticos en la acuicultura. (Perez, santos, 2021)

3.10 Uso de probiótico en la acuicultura.

Los Probióticos para peces y camarón cultivados en viveros son bacterias beneficiosas que comúnmente se agregan a los sistemas acuícolas para contribuir a la salud, desempeño productivo y el crecimiento décadas de investigación sobre la aplicación de probiótico en la acuicultura han sido impulsado por la necesidad de reducir antibióticos en los sistemas de producción y mejorar la sustentabilidad.

3.10.1 Sistemas de cultivación simbiótica.

La acuicultura ha experimentado avance tecnológico sin precedente en la innovación como los aparatos para medir parámetros físico-químicos del agua, micro sensores para medir el apetito de los animales acuáticos de manera remota todo esto avanza contrarrestando el método de producción actual que lamentablemente sigue siendo el mismo desde sus orígenes la manera tradicional se basa en alimentar, hacer recambios de agua y el uso de antibióticos, la simbiótica ha cambiado el cultivo utilizando microorganismos. (bioaquafloc, 2021)

La acuicultura simbiótica se basa en utilizar microorganismos que ejercen una acción beneficiosa ya sea directa o indirectamente en la salud del organismo o sobre la calidad del agua. Se producen varios tipos de microorganismo tales como: bacterias, protozoarios, levadura y plantón que establecen una relación simbiótica con el camarón o pez en el cultivo. Funciona como alimento, tiene efecto de bioremedación eliminando amonio y materia orgánica.

El crecimiento de las bacterias y levaduras se da por la fermentación de cereales y leguminosas tales como el fermento de arroz y la soya. La simbiótica se basa en la simbiosis es decir una relación beneficiosa entre los organismos y estos asimilan heces, alimento no consumido y sustancias tóxicas como el amonio y amoníaco para su crecimiento manteniendo una buena calidad del agua.

Los microorganismos implicados en la tecnología de simbiótica.

1. Microorganismos probiótico: esto son bacterias del género bifidobacter, lactobacillus, peptioccocus y bacillus.
2. Microorganismo biorremediadores: bacterias heterótrofas permanente al género enterobacterio o pseudomonas, protozoos, hongos y levadura.
3. Microorganismos zooplancton: protozoarios, rotíferos, copépodos, cladóceros, agastrotricos, nematodos, hongos y levadura.
4. Microorganismos fitoplancton: dinoflagelados, diatomeas, cianobacterias y algas verdes. (bioaquafloc, 2021)

4 Metodología.

4.1 Tipo de estudio.

El experimento es una investigación cuasi experimental, es un estudio que se caracteriza porque el sujeto de estudio no se selecciona de forma aleatoria, si no que se establece previamente su metodología se caracteriza por ser descriptiva lo cual consiste en observar el comportamiento del individuo con las variables y recolectar datos cuantitativos y cualitativos. Este tipo de investigación se ubicará entre la investigación experimental y el estudio observacional. (Parra, 2021)

4.2 Ubicación del experimento.

La investigación se realiza en el área experimental acuícola de la Escuela de Ciencias Agraria y Veterinaria (ECAV) Unan-león localizada en la entrada de la ceiba 1.2 km al este de la ciudad de león.

4.3 Dispositivo experimental.

Para el cultivo de juvenil de tilapia utilizamos dos tinas con una capacidad de 1.2 toneladas que se desinfecto y lleno al 80% de su capacidad, el agua se obtuvo de un pozo perforado de agua dulce de 20 m de profundidad por medio de una bomba axial marca sta-kte, modelo=jhhg53hl de 5 hp, conectada a una tubería para el uso del área experimental.

4.4 Traslado de organismo.

SE obtuvieron los organismos de los estanques de cultivo del área acuícola, con una atarraya y colocados en baldes llenos de agua de las tinas para proceder a la aclimatación de los organismos.

4.5 Aclimatación y siembra.

Se tomaron los parámetros físico-químicos del estanque donde se encontraban los organismos y de la tina del experimento, para medir los rangos de temperatura y oxígeno disuelto, después se aclimataron a los juveniles de tilapia durante un periodo de 30 minutos para que se adapten a los nuevos parámetros de las tinas y proceder a la siembra.

Se realizó un sistema de siembra semi-intensivo con juveniles de tilapia con un peso promedio de 30 gr, la cantidad de peces que utilizamos fue de 50 organismos, 25 en cada tina previamente rotulada: tina 1 simbiótico y tina 2 cultivo tradicional.

4.6 implementación del sistema simbiótica

Para la preparación del Probiótico se utilizaron los siguientes insumos salvado de arroz, bicarbonato de sodio obtenida en tiendas de productos agrícolas en Chinandega y el Probiótico biomax formula bacterasil, donde se aplicó a una proporción de: 10gr de salvado de arroz, 8 gr de bicarbonato y 2 ml del probiótico diluido en un 1 litro de agua de la tina, se procedió a mezclarlo en un recipiente con una capacidad de 1 litro y luego dejarlo fermentar durante un periodo de 24 horas, para aplicarlo al día siguiente a la tina 1 repitiendo el procedimiento diariamente.

4.7 Alimentación.

El alimento se aplicó con el método de charola para maximizar la eficiencia del alimento, la dieta se calculó con una tabla de alimentación, utilizamos un alimento artificial (biocamaronina) con un porcentaje de proteína del 35%, la dieta diaria se dividía en cuatro raciones para ambas tinas 1 y tina 2, a las siguientes horas 8am, 10am, 2 pm y 4 pm.

4.8 Monitoreo de los parámetros físico-químicos.

Para la toma de los parámetros se utilizó un equipo que estuviera en óptimas condiciones, se calibraba semanalmente, esto es para que no reflejara datos erróneos cuando se tomara la temperatura, oxígeno disuelto del agua de las tinas, se monitoreaban a las 8 am y 4 pm.

Los parámetros se tomaron con un oxígeno metro modelo YSI-404 que me permitirá medir la temperatura y oxígeno disuelto a la vez, se introducía el electrodo a la mitad de las tinas moviéndolo lentamente, se esperaba un mínimo o dos para que los datos se reflejaran en la pantalla del equipo.

4.9 Muestreos poblacionales.

Se realizaron una vez a la semana durante el experimento estuviera activo, se tomaron en cuenta a todos los organismos de las tinas, se capturaban y se colocaban en un recipiente plástico para luego realizar dos pesajes en una balanza gramera ohaus

modelo (YSI 550A) se calculaba el peso promedio, el crecimiento semanal en gramos de los organismos de cada tina.

4.10 Técnica de recolección de datos.

Todos los datos fueron recolectados y anotados en una bitácora donde se registrarán los datos de los parámetro físico-químicos, los datos poblaciones y el crecimiento semanal.

4.11 Análisis de los datos.

La información fue almacenada en las bases de datos Exel y Word Microsoft Office Professional Pluss 2016.

5 Resultado y discusión

5.1 Oxígeno disuelto

Los valores obtenidos de oxígeno disuelto tomados por la mañana fueron los siguientes, en la T1 un mínimo de 3 mg/l y un máximo de 10 mg/l a diferencia de la T2 los rangos oscilaron como mínimo de 2 mg/l y un máximo 10 mg/l, por la tarde los valores de oxígeno disuelto fueron en la T1 de 4,9 mg/l y un valor máximo de 17 mg/l, en la T2 un mínimo fue de 4 mg/l y como máximo 20 mg/l.

Datos obtenido por (nicovita, 2021), expresa que las tilapias son capaces de sobrevivir en bajas concentraciones de oxígeno disuelto (1mg/l),pero esto les causa estrés y son propensas a infecciones por patógeno, para tener un cultivo exitoso el oxígeno debe de estar por exima de 4 (mg/l). De acuerdo con el cultivo tradicional, presento los valores de oxigeno disueltos por debajo de lo recomendado por (nicovita, 2021), en cambio el cultivo simbiótico el valor mínimo de oxígeno disuelto se mantuvo más cercano al valor recomendado para el crecimiento óptimo.

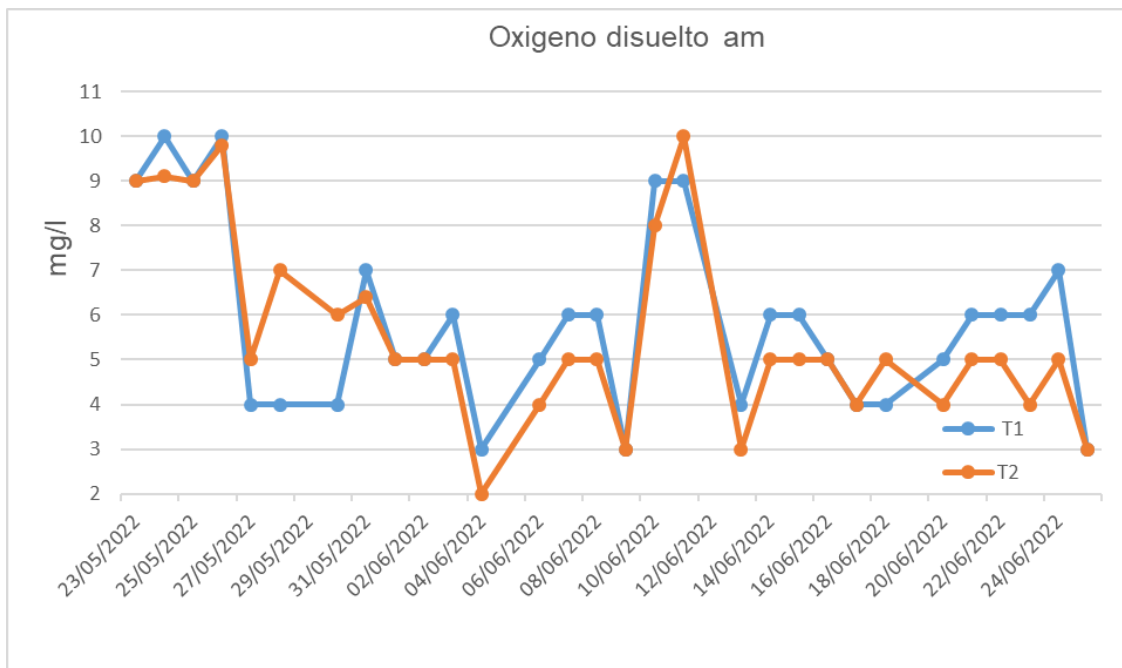


Figura 4. Valores de oxígeno disuelto am de la T1 y T2

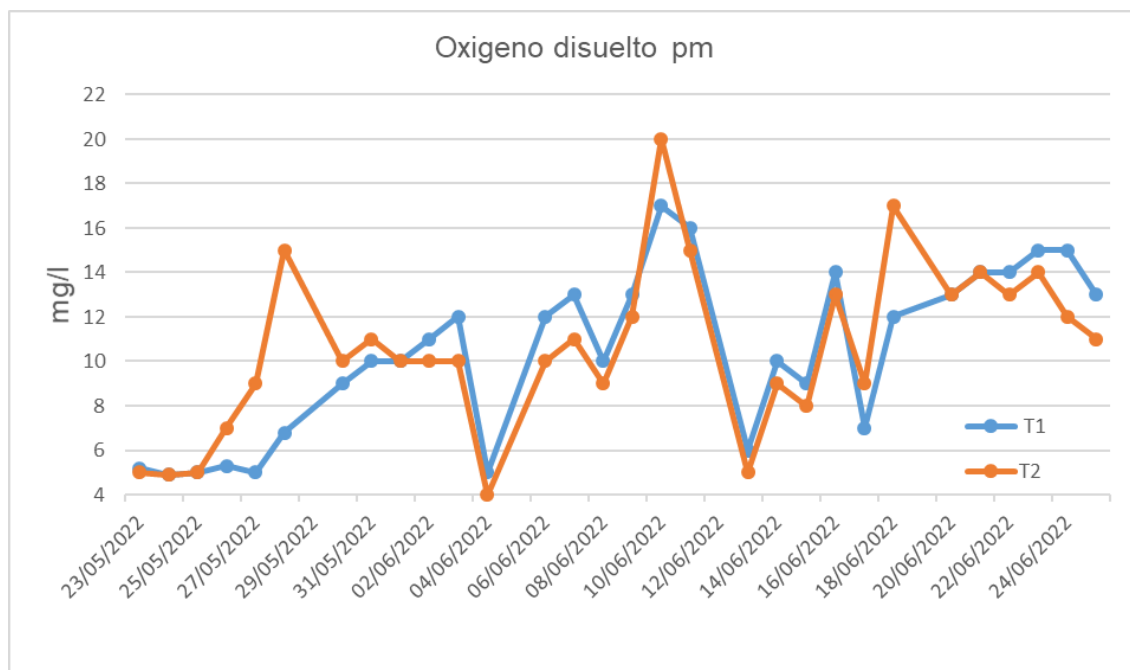


Figura 5. Valores de oxígeno disuelto pm de la T1 y T2

5.2 Temperatura

La temperatura en ambos tratamientos T1 y T2, presentaron valores iguales por la mañana, los parámetros de ambos tratamientos un mínimo de 25 °C y un máximo de 30°C a diferencia de la tarde presento un mínimo de 26 °C y un máximo de 34 °C.

(nicovita, 2021) Afirma: “Que los peces son animales poiquilotermos es decir su temperatura se regula por el medio, lo cual son muy susceptibles a cambios bruscos, el rango óptimo de cultivo de tilapia debe de oscilar entre 28 a 32 °C, aunque soportan una variación de 5 °C por debajo de lo recomendado”. De tal manera que los resultados obtenidos en el manual de (nicovita, 2021) las temperaturas de ambos tratamientos estuvieron 3°C por debajo de lo recomendado, pero (nicovita, 2021) nos indica que las tilapia pueden soportar 5 °C por debajo de los rangos óptimos de cultivo.

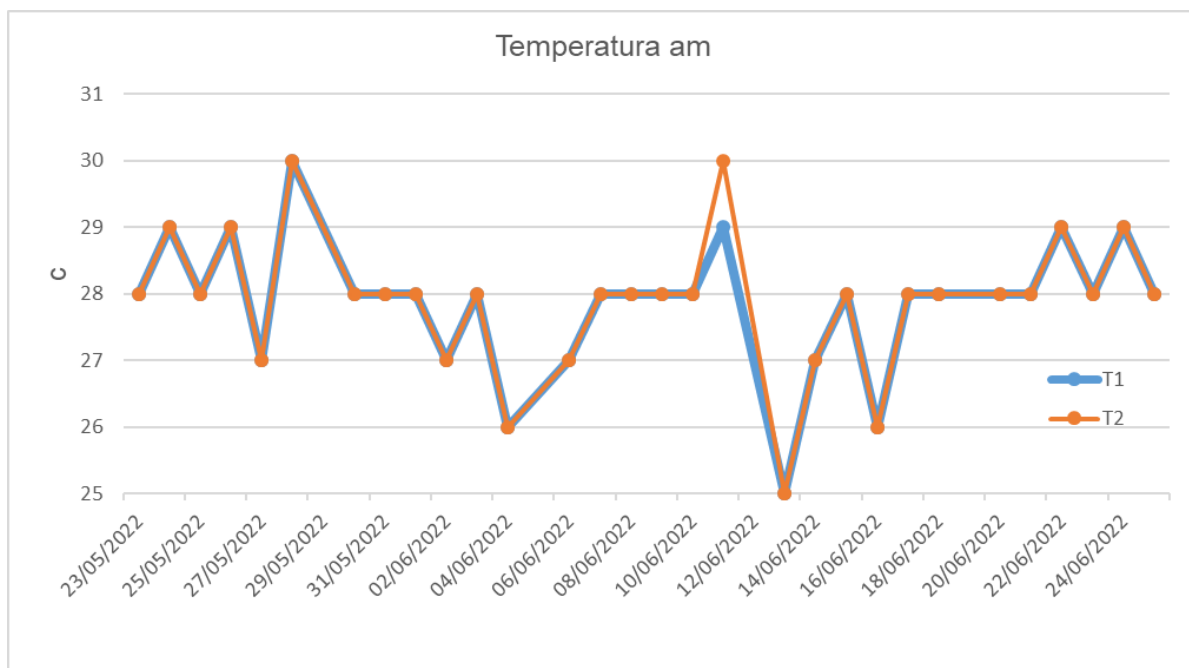


Figura 6. Valores de temperatura am de la T1 y T2

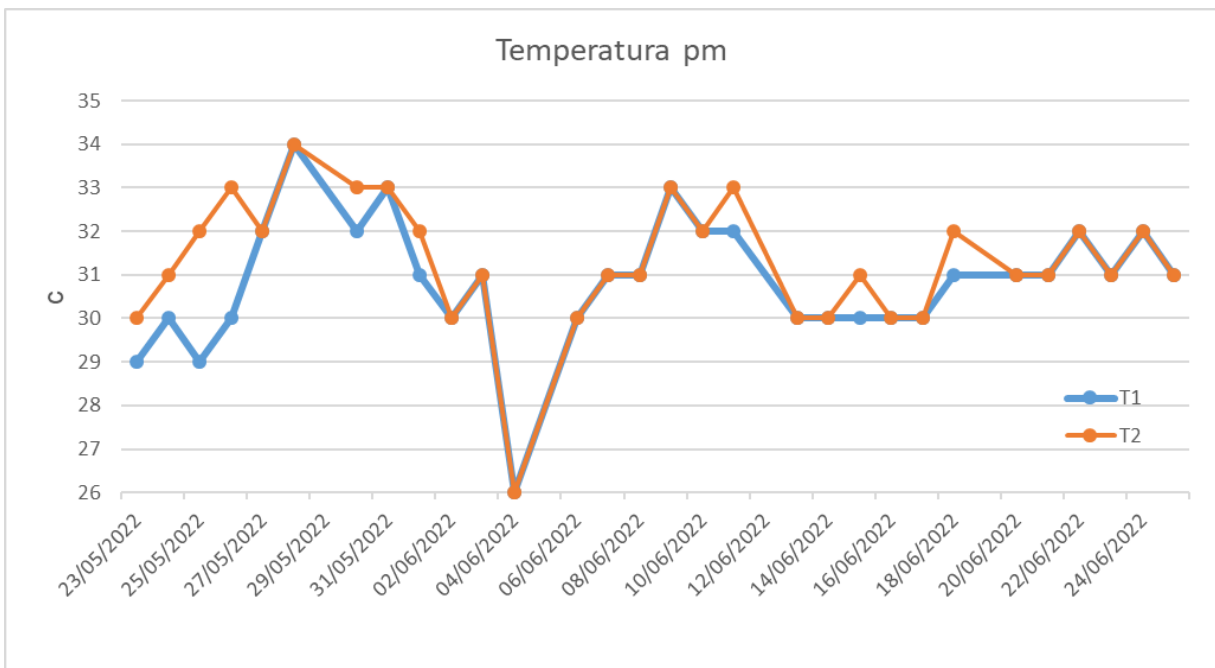


Figura 7. Valores de temperatura pm de la T1 y T2

5.3 Peso promedio

Los resultados obtenidos del peso promedio fueron los siguientes, ambas tinas iniciaron con un peso promedio de 30 gr finalizando la T1 presento un aumento de 49 gr en 35 días y en la T2 con un aumento de 44 gr en el mismo periodo de tiempo.

Según (Popma,greem, 1990), las tilapias deben alcanzar un peso promedio de entre 15 a 50 gramos en 30 días. De acuerdo con los datos obtenidos por (Popma , greem, 1990) los resultados del peso promedio del cultivo simbiótico están dentro de los rangos de crecimiento óptimos que deben alcanzar en el periodo de tiempo establecido en cambio el cultivo tradicional sus valores están por debajo de los rangos óptimos esto nos refleja que el cultivo simbiótico fue más óptimo en el transcurso de la investigación.

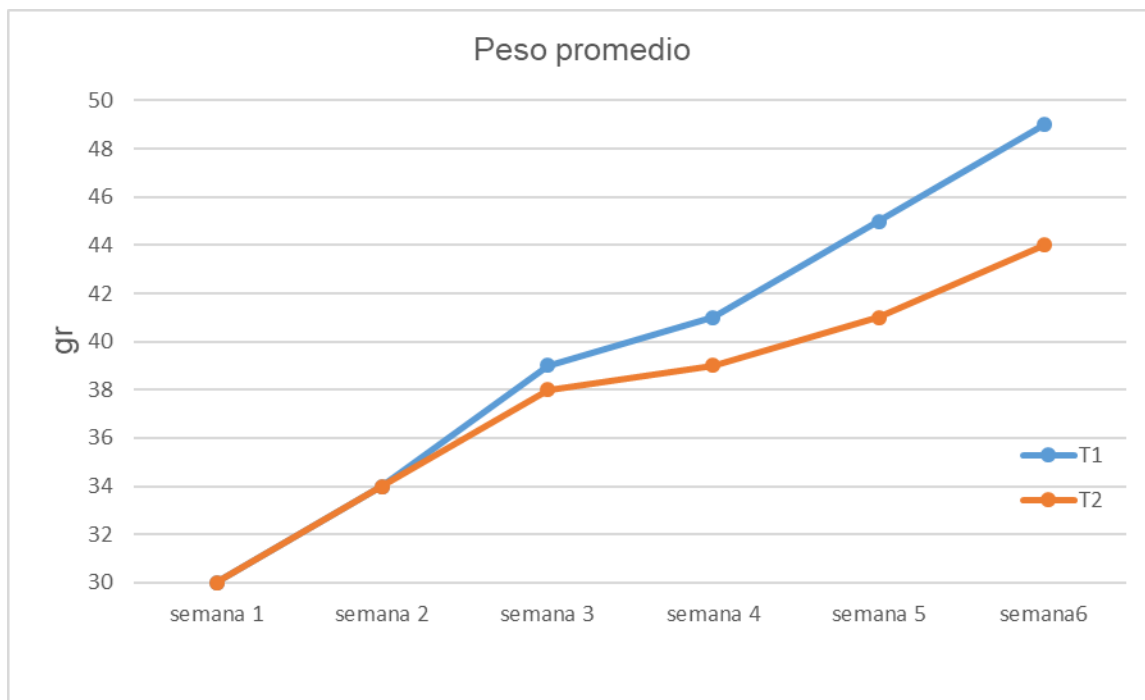


Figura 8. Valores del peso promedio de la T1 y T2

5.4 Ritmo de crecimiento

Obtuvimos los siguientes valores del ritmo de crecimiento, los dos tratamientos iniciaron con un ritmo de crecimiento de 4 gr en el transcurso de la investigación finalizaron con un ritmo de crecimiento en la t1 de 19gr y la t2 14gr en el mismo periodo de tiempo de 36 días.

Según (Pérez ,Sáenz, 2015) las tilapias deben de tener un ritmo de crecimiento de 1 a 2 gr/días, es decir 3.5 a 7.14 gr cada cinco días. Según los resultados obtenidos en el experimento el ritmo de crecimiento T1 fue óptimo no obstante la T2 presento valores por debajo de lo mencionado por (Pérez & Sáenz, 2015) ,los mejores resultados fueron del cultivo simbiótico.

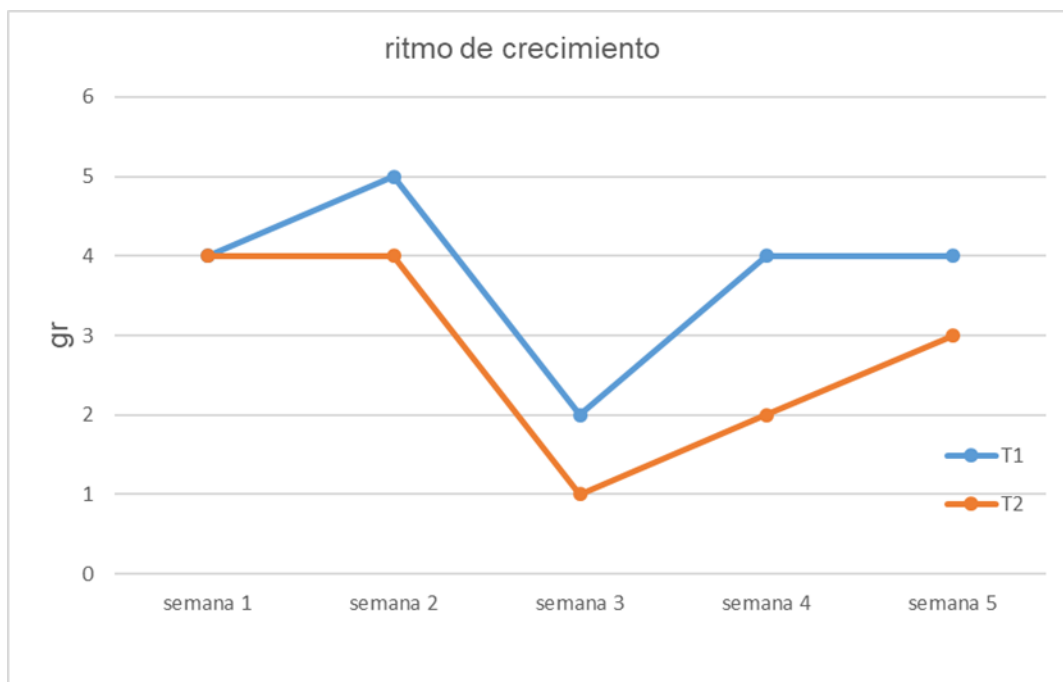


Figura 9. Valores del ritmo de crecimiento de la T1 y T2

5.5 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento inicial para ambos tratamientos fue de -20, el cultivo simbiótico finalizo con una tasa de -23 reflejando una mejor tasa de crecimiento según (Jover Cerdá, zaragoza, 1998) las tasas de crecimiento deben de oscilar entre 1,2 a 1.66 calculado la tasa del crecimiento de simbiótica utilizando una formula nos reflejó 1.69 un poco elevado, pero está dentro de los rangos óptimos de lo que afirma cerda.

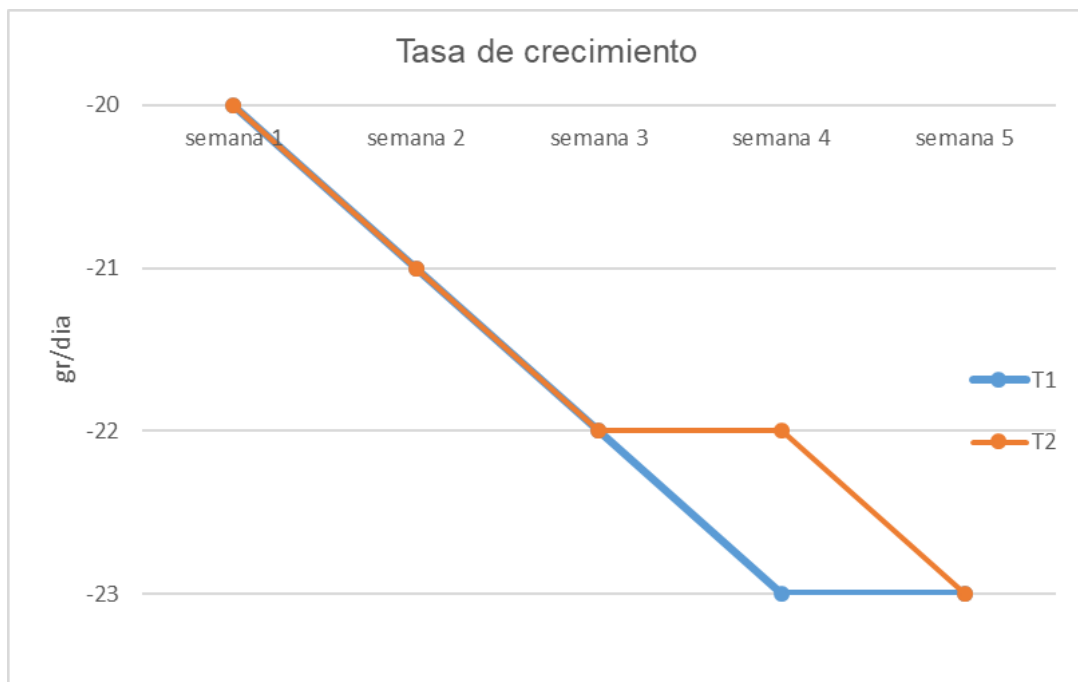


Figura 10. Valores de la tasa de crecimiento de la tilapia T1 y t2

5.6 Supervivencia

Obtuvimos los siguientes resultados de supervivencia, ambos tratamientos iniciaron con el 100%, finalizando la t1 con el 96% y la t2 86%.

Según (Munoz, 2018) el porcentaje de supervivencia de manera extensiva debe de ser de un 75-80% y un de manera semi-intensivo debe de ser de 80-95% según lo dicho anteriormente la supervivencia fue óptima para ambos sistema de cultivo, pero el cultivo simbiótica obtuvo mejores resultados demostrando la eficiencia de esta tecnología.

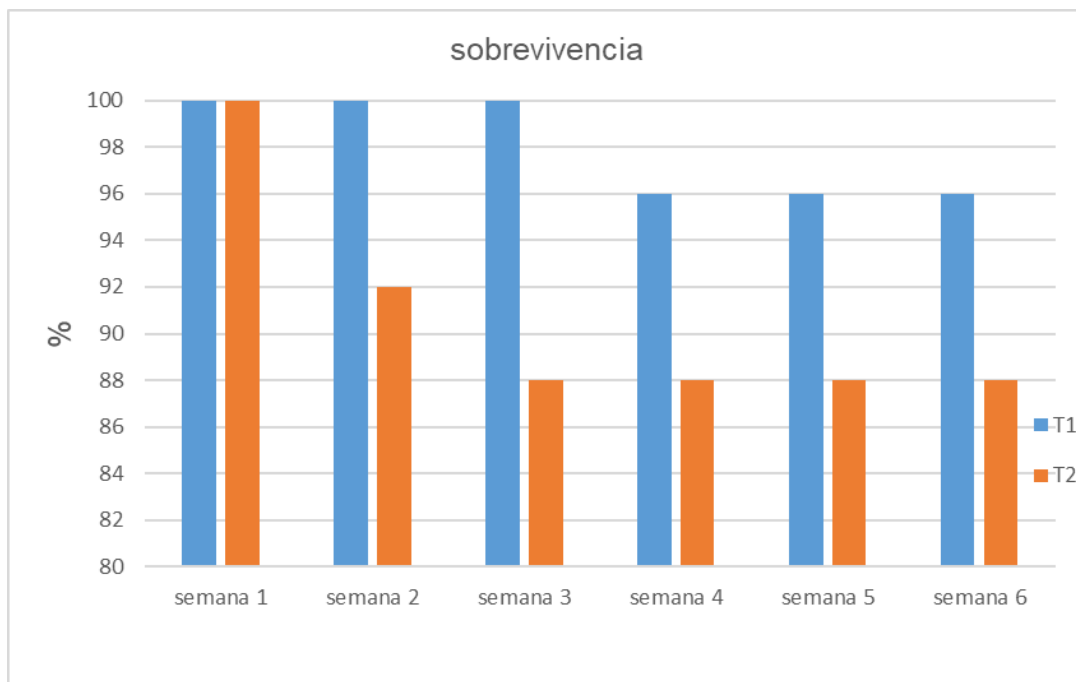


Figura 11. Valores de la supervivencia de la T1 y T2

5.7 FCA

Para el FCA en la primera semana los valores fueron de 0.7 para ambas tinas y los valores se mantuvieron iguales hasta el final del experimento finalizando con 0.4.

Según (González, 2019) los factores de conversión alimenticios van en dependiendo del cuidado a la hora de alimentar estos deben de oscilar de 1.2 a 1.5 más arriba de esto se considera una producción inviable. Los resultados de FCA fueron iguales para ambos tratamientos, pero a su vez los valores del crecimiento no son iguales.

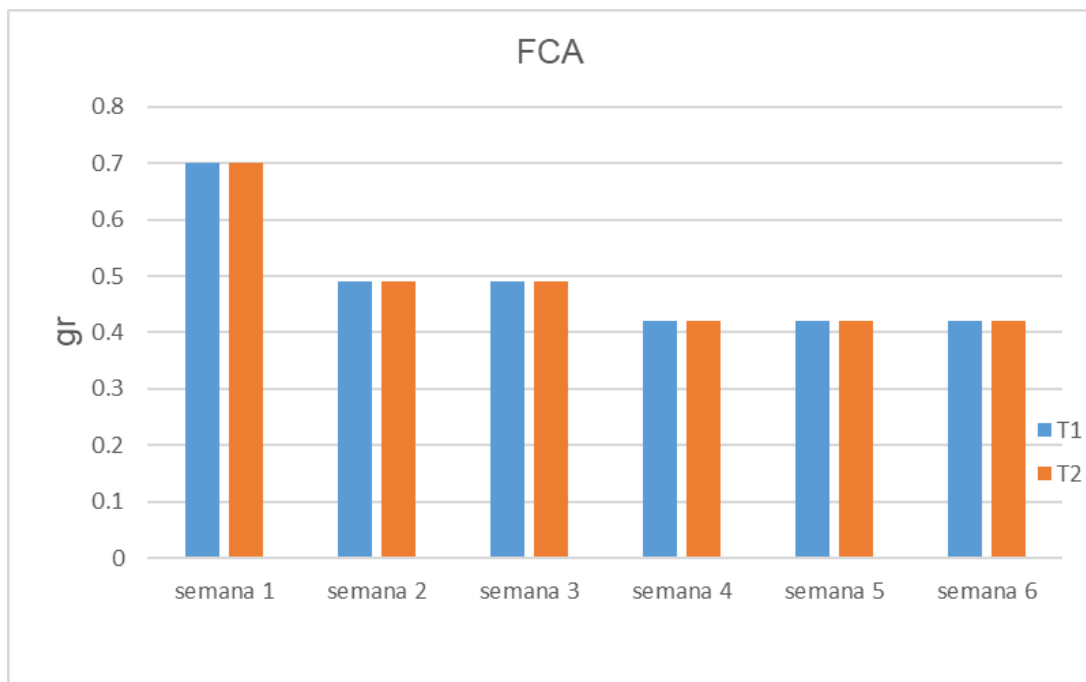


Figura 12. Valores del FCA de la T1 y T2

5.8 Rendimiento productivo

Al finalizar el experimento se obtuvieron los siguientes resultados en la T1 32 941 lb/h y T2 27 114 lb/h.

Según (Martinez, triminio, Meyer, Barrientos, 2006) La producción puede variar en función de la densidad de siembra, porcentajes de sobrevivencia y el peso promedio final de los organismos. Las tilapias deben de tener un rendimiento productivo en la etapa juvenil de 17.100 lb/h. Según la afirmación anterior se observó que en ambos experimentos se los resultados están por encima de lo recomendado, pero el cultivo simbiótico obtuvo mejores resultados demostrando la efectividad de esta tecnología esto si proyectándolo en una hectárea.

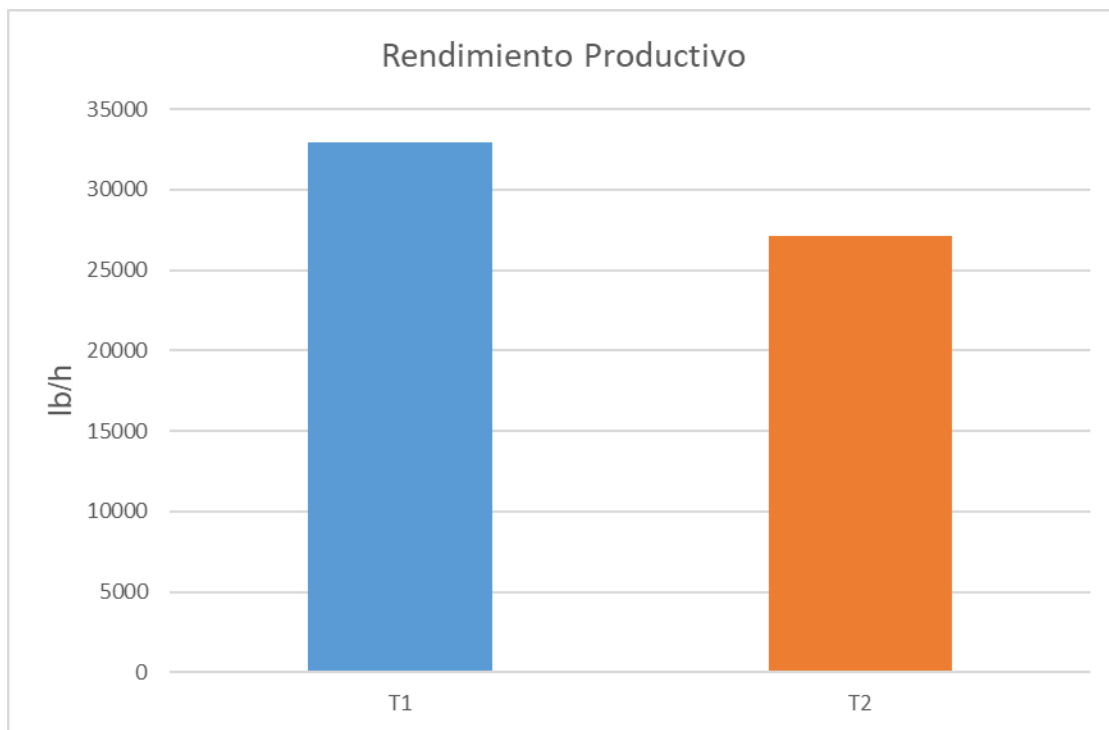


Figura 13. Valores del rendimiento productivo de la T1 y T2

6 Conclusión

De acuerdo a los resultados de los parámetros físico-químicos (OD, °T) a lo largo del experimento los valores óptimos los obtuvo el sistema simbiótico lo que produjo un mejor crecimiento en los organismos en cultivo con valores de oxígeno disuelto am entre 3 a 10 mg/l y pm de 4 a 17 mg/l y con temperaturas am 25 a 30 °c y pm de 26 a 34 °c, en cambio el cultivo tradicional sus valores fueron menores produciendo efectos negativos que se observaron en los organismos en cultivo.

En los datos poblacionales del sistema simbiótico obtuvo mejores resultados en todas las variables de producción que el cultivo tradicional demostrando la efectividad del sistema y las mejoras que ofrece en el cultivo de tilapia obteniendo inicialmente en ambos tratamientos un peso promedio inicial de 30 gr finalizando el cultivo simbiótica con peso promedio de 49 gr, con un ritmo de crecimiento inicial de 4 gr en la primera semana finalizando con 19 gr, con una tasa de crecimiento de -20 y aplicando fórmula para calcular nos da un resultado de 1.69, con una sobrevivencia del 96%, con un factor de conversión de final de 0,4 y con un rendimiento productivo de 32 941 lb/h. Todo esto demuestra la eficiencia de esta tecnología simbiótica en la aplicación de cultivos acuícolas, siendo una herramienta muy versátil y que mejora los sistemas de cultivo para que el lucro de la piscicultura se desarrolle en el país.

7 Recomendaciones

1. Realizar la investigación por un tiempo más prolongado para ver cómo reacciona un ciclo Completo.
2. A futuros investigadores aumentar la densidad de siembra de organismos para analizar hasta donde se puede realizar sin el uso de aireación.
3. Se aplique o implementen a mayor escala la tecnología de simbiótica en diferentes sistemas de cultivo.
4. La alimentación se realice haciendo uso de charolas para mejorar y maximizar la eficiencia de la alimentación.
5. Aplicación de sistemas simbiótico en agua dulce o en agua salada para estudios futuros.
6. Realizar una investigación de simbiótica con especies de con dietas altas en proteínas.

8 Bibliografía

- Aleman, S. (Marzo de 2002). *Engorde de tilapia*.
- Animales. (2021). <https://www.animales.wedsito/til>.
- Arauz, K., & Paola, S. (Abril de 2021). *Comparacion del crecimiento de alevines oreochromis sp en sistema simbiótico vs sistema cultivo tradicional en cultivo-semiintensivo en la unidad exprimental acuicola ECAV de marzo a bril del 2021*.
- auxiliadora. (4 de Agosto de 2006). *Manejo de tilapia*. Obtenido de <http://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- Avila, I. (junio de 2018). *Niveles de mercurio en peces oreochromes niloticus (tilapia)del embalze la esperanza del cantón bolivar*.
- Baf. (2021). *ventajas y desventajas de la tecnologia de biofloc*. Obtenido de <http://www.bioaquafloc.com>
- BAF. (s.f.). *cultivo de tilapia con tecnologia de simbica:biofloc y aquamimicry*. Obtenido de <http://www.bioaquafloc.com>
- Bárcenas, C., Calderón, D., & Gaitan, A. (diciembre de 2019). *comparacion del sistema simbiótico en relacion al sistema tradicional en cultivo semi-intensivos de alevines Oreochromis niloticus en la unidad expremental acuicola ECAV de octubre a diciembre 2019*.
- Bárcenas, G. (2021). *Comparacion del sistema simbiótica vs un cultivo de tradicional en cultivo semi-intensivos de alevine en el area expremental de ECA de octubre a diciembre 2019*.
- Betanzo, E., Sandoval, L., Reyes, D., & Celdran, D. (29 de octubre de 2021). *Desarrollo de protocolo de acuicultura simbiótica para la produccion de tilapia en estanque circulares*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/35628311_development_of_a_symbiotic_aquaculture_protocol_for-tilapia_oniloticus_production_in_circular_ponds
- bioaquafloc. (2021). *BAF*. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com>
- Castillo, A. (19 de Abril de 2013). *Introduccion de la tilapia, oreochromis spp. en la comarca gunayana*. Obtenido de <http://gubiler.blogspot.com>
- Córdova, p., Nicolás, V., Millán, O., & Jaime, E. (2020). *Desempeño productivo de la tilapia roja com a inclusion de dos fuentes proteinicos bioestimulados*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11036/6835>

- Cotto, A. (miércoles de Marzo de 2013). *La producción y el consumo de tilapia en el mundo, crece*. Obtenido de <http://pecesy pesca Nicaragua.bl...>
- Delgado, C. (2012). *ABC, en el cultivo integral de la tilapia*. Editorial Academico Español.
- Fao. (2021). *fisheries and aaquaculture country profiles Nicaragua*. Obtenido de <http://www.fao.org.fisheries/en/f...>
- FAO. (s.f.). *Acuicultura y el papel de la fao en la acuicultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/aguaculture...>
- FAO.org. (2022). *tilapia del nilo alimentación natural y hábitos alimenticios*. Obtenido de <https://www.fao.org/fishery/affri>
- GOBIERNO DE ESPAÑA, O. (10 de febrero de 2022). *Obserbatorio español de acuicultura*. Obtenido de <http://www.observatorio-acuicultura.es...>
- González, F. (6 de Mayo de 2019). *FCA: calcular alimento para tilpia*. Obtenido de <https://www.pisciculturaglobal.com/Fca-calculador-alimento-para-tilapa>
- gutierrez. (julio de 2014). *calidad del agua en la acuicultura* . Obtenido de <http://sader.jalisco.god.mx>
- Jover Cerdá, P. I., & zaragoza, F. C. (1998). *Crecimiento de tilapia (OREOCHROMIS NILOTICUS,l) con pienso extrucionado de diferente nivel proteinico* .
- Martinez, triminio, Meyer, & Barrientos. (2006). *Determinación de costos de cultivo de tilapia*. Obtenido de http://pdacrsp.oregonstote.edu/pubsfeotured_titles/determinación
- Munoz, E. (21 de marzo de 2018). *Acuaculture tilapia*. Obtenido de <https://ww.god.mx/inapesca7acciones-y-programa>
- nicovita. (2021). *manual de crianza de tilapia*.
- Parra, A. (2021). *questionpro*. Obtenido de <http://www.questionpro.com/bl>
- Perez, A., & santos, p. (1 de octubre de 2021). *Los probióticos y su metabolismo en la acuicultura*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/scielo>
- Pérez, M., & Sáenz, M. (Mayo de 2015). *crecimiento de la tilapia oreochromis niloticus en cultico monosexual y ambos sexo, en sistema de producción semi-intensivo*.
- Popma, & greem. (1990). *sex reversal of tilapia in eartherms ponds international center of aquaculture*. Obtenido de <http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/techical/14tchhtml/2/2b/2b4/2b4/.html>.
- Quintanilla, M., & Hsien-Tsang, S. (2008). *Manual de reproducion y cultivo de tilapia*.

Reyes, U. (Noviembre de 2012). *Plan de negocio para la producción y comercialización de tilapia roja en managua, nicaragua* . Obtenido de <http://bdigital.zamarano.edu>

saavedra, M. (4 de julio de 2006). *Manejo del cultivo de tilapia*.

Sánchez, N. (16 de Diciembre de 2021). *lifeder tilapia: características, reproducción, alimentación, especies*. Obtenido de <http://www.lifeder.com/tilapia/>

tecnosolución. (2021). *Desarrollo de la acuicultura en Nicaragua "el rumbo en tendencia en crecimiento"*. Obtenido de <https://tecnosolucioncr.net/bl..>

Urbana, T. (25 de Marzo de 2020). *cultivo de tilapia*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agrope...>

9 Anexos

Tabla 3 Formato para la toma de los parámetros fisicoquímicos.

día	fecha	hora	Oxígeno	temperatura
luna		Am		
		Pm		
Marte		Am		
		Pm		
Miércoles		Am		
		Pm		
Jueves		Am		
		Pm		
Viernes		Am		
		Pm		
Sábado		Am		
		Pm		
domingo		Am		
		pm		

Tabla 4 Formato de los muestreos de crecimiento.

semana	fecha	Tina 2		Tina 2	
		juveniles	simbiótica	juveniles	Tradicional

Tabla 5 Formato de los datos poblacionales.

semana	población	sobrevivencia	Peso promedio	biomasa	BW	Alimento diario	Alimento semanal	FCA



Figura 14. Implementación del experimento.

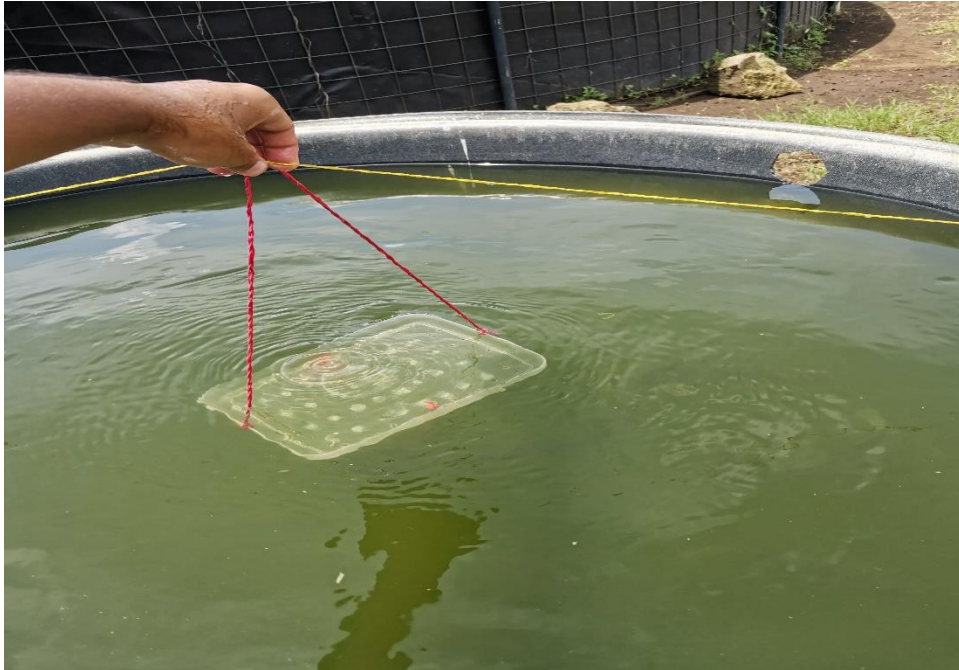


Figura 15. Charolas.



Figura 16. Muestreos poblacionales.