

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar



CASO DE ESTUDIO:

**ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS PARA LA OBTENCIÓN DE
ALEVINOS DE TILAPIA ROJA *OREOCHROMIS SP* EN AGUA DE MAR,
CASO ECUADOR.**

EXAMEN COMPLEXIVO

FASE ORAL

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ACUACULTURA

Presentado por:

Luis Olmedo Uyaguari Díaz

Guayaquil – Ecuador

2016

AGRADECIMIENTO

Dr. Marco Álvarez G.

M.Sc. Ecuador Marcillo G.

M.Sc. Jerry Landívar Z.

MBA. Fabricio Marcillo M.

M.Sc. Enrique Blacio Game.

Centro Nacional de Acuicultura e investigaciones marinas. (Cenaim-Espol)

A todos los profesores de la FIMCBOR

A ESPOL

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres Miguel y Juana.

A mis hermanos Miguel y Evelin.

Y a todas las personas dedicadas a la acuicultura.

TRIBUNAL DE GRADO

Marco Álvarez Gálvez PhD.

EVALUADOR

Jerry Landívar Zambrano M.Sc.

EVALUADOR

Fabricio Marcillo Morla
MBA.

PROFESOR GUÍA

Elaboración de protocolos para la obtención de alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua de mar. Caso Ecuador

Uyaguari Luis⁽¹⁾, Marcillo Fabrizio⁽²⁾
Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
luyaguar@espol.edu.ec⁽¹⁾, barcillo@gmail.com⁽²⁾

Resumen

El presente estudio se realizó en el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones marinas (Cenaim) de la Espol ubicado en San Pedro de Manglaralto en la provincia de Santa Elena y tuvo como objetivo principal la elaboración de protocolos para la producción de alevines de tilapia roja *Oreochromis sp* en agua de mar para su posterior transferencia a unidades de producción. Siendo la tilapia roja un pez eurihalino, en Ecuador normalmente se cultiva en ambientes con agua dulce, donde ya existen protocolos de producción establecidos. El desarrollo de protocolos en ambientes con salinidades de 35 ppt (agua de mar) es muy importante sobre todo para satisfacer la demanda de proteína en sectores de la costa donde escasea el agua dulce, esta no presente las condiciones adecuadas o en caso de plantearse un proyecto de cultivo como las jaulas en mar abierto, en todos estos casos es necesario tener alevines de tilapia adaptados al medio que no presenten problemas en cuanto a crecimiento y resistencia a las condiciones tanto ambientales como de salud, la cría en ambiente salino presenta ciertas ventajas como reducir la tasa de fecundidad, lo cual reduce el riesgo de una sobre-población, sin necesidad del uso hormonas de reversión sexual (masculinizaste), y además de tener excelentes características organolépticas como son sabor, color y textura comparado con la tilapia de agua dulce.

Palabras Claves: alevines de Tilapia roja (*Oreochromis sp*), protocolo, eurihalino, reversión sexual, organoléptica.

Abstract

This study was conducted at the National Center for Aquaculture and Marine Research (Cenaim-Espol) located in San Pedro de Manglaralto in the province of Santa Elena and its main objective was the development of protocols for the production of red tilapia fingerlings (*Oreochromis sp*) in seawater for subsequent transfer to production units. The red Tilapia being one euryhaline fish, in Ecuador is normally grown in environments with salinity 0 ppt (freshwater), where there are already established production protocols. Developing protocols in environments with salinities of 35 ppt (seawater) is very important, especially to meet the demand of protein in coastal areas where freshwater is scarce, this does not have the right conditions or when considering a farming project as open sea cages, in all these cases it is necessary to have tilapia fry adapted to the environment that do not present problems in terms of growth and resistance to both environmental and health conditions, rearing in a salty environment has certain advantages as reducing the fertility rate, which reduces the risk of over-population, without the use of hormones for sex reversal (masculinizing), and besides having excellent organoleptic characteristics such as flavor, color and texture compared with freshwater tilapia.

Keywords: Red tilapia fingerlings (*Oreochromis sp*), protocol, euryhaline, sexual reversion, organoleptic.

1. Introducción

El interés por el cultivo de tilapia en agua de mar en zonas áridas y cerca de costeras marinas se inició a mediados del año 1985 [1].

La captura pesquera no ha obtenido un crecimiento considerable en los últimos años, lo que a ha

permitido que la acuicultura se consolide como uno de los sectores de mayor desarrollo.

Las tilapias representan una proporción significativa de la producción acuícola mundial. [2]. La tilapia habita en las regiones tropicales del mundo, es una especie altamente euri térmica y eurihalina,

aunque detienen su crecimiento en condiciones extremas, pueden sobrevivir y crecer en amplios rangos de temperatura y diferentes salinidades desde el agua dulce hasta el agua marina [3] [4]. El híbrido rojo de tilapia fue creado con el propósito de potenciar cualidades como la coloración y la resistencia a la salinidad del agua marina manteniendo una elevada tasa de crecimiento. [5] Esto es importante, ya que muchos países no cuentan con fuentes suficientes de agua dulce y su uso es prioritario para cubrir otras demandas como las agrícolas, industriales y de consumo humano directo [6], [7].

Cenaim en el año 2003 adquirió híbridos rojos de Tilapia *Oreochromis sp* para un proyecto de investigación, observándose una buena adaptación a condiciones salinas y mediante el manejo de la salinidad del agua se ha logrado adaptar la tilapia a salinidades de hasta 35 UPS y lograr su reproducción controlada en cautiverio. La fecundidad de la tilapia roja *Oreochromis sp* decrece significativamente en aguas salinas. Esta condición reduce el riesgo de una sobre-población de un cultivo mixto (machos y hembras) reduciendo la necesidad de reversión de sexo (masculinización) mediante el uso de hormonas. Esta condición provee una ventaja competitiva en mercados con restricciones de uso de hormonas. El objetivo es levantar información de crecimiento y desempeño, y determinar la factibilidad económica y biológica de su cultivo para maricultura [8].

En Ecuador existen pocos estudios acerca de la crianza de Tilapia en medio marino sobre todo para conocer que híbrido se adapta mejor a la salinidad del agua con respecto a su crecimiento, reproducción y supervivencia general. Así también, la búsqueda de una alternativa de producción comercial, que pueda provocar un repunte económico en las zonas costeras, son las que motivan el desarrollo del presente estudio.

El potencial del cultivo de tilapia en agua salobre y de mar es alto, si se adoptan las medidas adecuadas de manejo, sin embargo, se necesita un extenso trabajo al lado de esta línea, particularmente sobre los requerimientos nutricionales y también examinar el potencial económico del cultivo de tilapia en diferentes salinidades. [9]

2. Materiales y Métodos.

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de piscicultura del Centro nacional de acuicultura e investigaciones marinas (Cenaim). En el sector de tanques exteriores, entre los meses de Octubre de 2014 a Enero de 2015, El CENAIM se encuentra localizado en San Pedro de Manglaralto, Provincia de Santa Elena, Ecuador, la temperatura promedio anual es de 24-27° C.

La presente metodología para la obtención de alevines de tilapia en agua de mar esta dividida en protocolos que inician con la selección de reproductores, adaptación al agua de mar, fase de alevinaje y alimentación hasta el traslado a unidades de producción, también se describen brevemente algunos problemas asociados.

3. Protocolo para desoves

3.1. Selección de reproductores.

Como ya se contaba con individuos adaptados a salinidades de 35 ppt, lo que se hizo fue seleccionar de un grupo de hembras y otro de machos ubicados en dos tanques separados para luego proceder a unirlos en un solo tanque de 5 m³ de capacidad hecho fibra de vidrio de 4.03 m de largo por 1.5 m de ancho y alto 1.0 m el tanque contenía 1 m³ de agua de mar a 35 ppt con aireación constante, sin recambio de entrada y salida, se seleccionó los reproductores según sus características fenotípicas capturándose un total de 15 hembras (x= 300gr) y 5 machos (x= 450 gr) en relación 3:1. Estos fueron ubicados en el tanque de fibra con agua de mar a 35 ppt para luego de 24 horas proceder a disminuir salinidad mediante la adición de agua dulce, la cual fue colocada en un tanque cuadrado de 500 lts de plástico, ubicado en la parte superior del tanque de fibra, esta agua fue previamente tratada con tiosulfato de Sodio en caso de que contenga Cloro en su composición, generalmente se aplica de 0.5 a 2ml de tiosulfato de sodio para neutralizar 450 lts de agua dulce aunque esto depende también de la concentración de Cl presente en el agua dulce, para la medición del cloro se utilizó un kit de medición por colorimetría.

En el caso de no tener los reproductores adaptados al agua de mar 35 ppt esta se hará lentamente siguiendo el protocolo usado más adelante, pero se adicionara un día mas ya que provienen de 0 ppt de salinidad.

3.2. Acondicionamiento en agua dulce.

El acondicionamiento de los reproductores desde 35ppt a 7ppt se realiza con la finalidad de obtener una mayor tasa de eclosión, a pesar de que se ha reportado desoves en agua de mar estos son esporádicos y el conteo de alevines es muy bajo.

Luego de la selección y la transferencia de reproductores con el propósito de no estresar mucho a los peces se realiza la adición de agua dulce cada 24 horas y durante 6 días, esta adición de agua dulce se puede realizar a cualquier hora del día, en nuestro caso se lo hizo en la tarde.

Para el paso de agua dulce colocamos una manguera muy fina similar a las de entrada de aire, un extremo estará dentro del tanque cuadrado con 450 lts de agua dulce y el otro extremo ira al tanque rectangular de fibra con 1 m³ de agua de mar, por

medio de gravedad el agua pasara lentamente del tanque elevado al que esta abajo en un tiempo comprendido entre 3 y 4 horas para el cálculo de la salinidad nos guiamos en una tabla de control de salinidad (Tabla 1). En la tabla lo que se realiza es la obtención de la concentración de sales en el agua en mg/l para ello se divide la concentración de sales el día de la adición de agua dulce dividido para la cantidad total de agua en el tanque en litros y se obtiene la salinidad actual por día.

En los días 3 y 4 de adición de agua dulce se realiza un recambio en el tanque de fibra en donde se sacaran 500 lts del volumen total de agua previo a la adición de agua dulce, en este punto la salinidad no varía mucho con la adición de agua dulce y debido a esto se realiza este recambio. Adicionalmente se usó un refractómetro para la verificación de la salinidad que nos da la tabla la cual coincidió durante todos las lecturas.

Tabla 1. Tabla para bajar salinidad en Reproductores de Tilapia.

Salinidad	DIA 1			
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
	1000	35	35000	24,14
	450	0		
total	1450			
DIA 2				
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
	1450	24,14	35000	18,42
	450	0		
total	1900			
DIA 3				
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
-500	1400	18,42	25789	13,94
	450	0		
total	1850			
DIA 4				
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
-500	1350	13,94	18819	10,46
	450	0		
total	1800			
DIA 5				
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
	1800	10,46	18819	8,36
	450	0		
total	2250			
DIA 6				
	Vol. Lts	ppt.		ppt. Proyectado
	2250	8,36	18819	6,97
	450	0		
total	2700			

3.3 Acondicionamiento de Temperatura.

Una vez que hemos llegado a la salinidad de 6.5-7 ppt y alcanzamos un volumen de 2.7 m³ el tanque estará sin recambio durante todo el periodo que dure el desove y eclosión de los huevos que es de aproximadamente 3 semanas.

Durante este periodo para lograr una temperatura optima de reproducción se colocó un plástico que

cubrió todo el tanque a modo de invernadero para mantener una temperatura en el agua que estuvo entre 27 y 28 oC, la cual es la temperatura óptima para reproducción en Tilapia.

3.4. Monitoreo de la calidad del agua en Reproductores

Se monitorea la calidad del agua midiendo la concentración de oxígeno disuelto y temperatura en nuestro caso usamos un medidor digital marca YSI modelo 550A, se tomó lectura una vez al día a las 8 de la mañana.

No es necesario hacer sifón a diario del fondo del tanque para no molestar a los reproductores durante el apareamiento. Solo en el caso que sea requerido.

Debido a que no hay recambio de agua La productividad natural se da espontáneamente en el tanque lo cual hace que la visibilidad del fondo del tanque sea casi nula (secchi 10-15cm)

El monitoreo de la calidad del agua en reproductores de tilapia dio una temperatura promedio de 26.7 °C y oxígeno promedio de 5.94 mg/L durante los 30 días que duro el acondicionamiento y posterior eclosión de alevines, la salinidad permaneció constante en 7 ppt desde que se realizó el acondicionamiento en agua dulce.

4. Protocolo de Larvicultura

4.1. Recolección de alevines

Luego de 4 semanas se comienza a observar los primeros alevines en el tanque el cual se mantuvo a 7 ppt, sin recambio y manteniendo la temperatura entre 27 y 28 °C.

A partir de este punto los alevines fueron colectados dependiendo de las observaciones en el tanque por un lapso de una semana aproximadamente luego de este periodo de tiempo comenzaron a ser menos frecuentes las eclosiones, la recolección se realizó mediante una malla larvera con plomo en la parte inferior más dos varillas de madera en los lados para la manipulación de la misma, se realizaron arrastres por todo el tanque especialmente en los sitios cercanos a los nidos que generalmente eran las esquinas y los lados del tanque y teniendo cuidado de no capturar reproductores levantando levemente la malla. (Figura 1).

Los alevines colectados con la malla son recogidos mediante cedazos y colocados en otra malla ubicada a manera de canasta en un balde de 20 lts que contenía 80-100 ppm de peróxido de hidrogeno, aquí permanecen por espacio de 2-3 min para desinfección previo al traslado..



Figura 1. Recolección de alevines en tanque de reproductores.

Una vez desinfectados los alevines se trasladaron a un tanque de larvicultura en nuestro caso usamos un tanque circular de 1 m³ de capacidad máxima que contiene agua preparada y limpia a 7 ppt para recibir los alevines.

Para saber la cantidad de alevines que se traslada se los puede contar uno a uno por conteo visual al momento del traslado al tanque de recepción en el caso de cantidades pequeñas como 500- 600 unidades, en el caso de que sean cantidades mayores (mayor a 2000 unidades) se realizara un peso en húmedo para lo cual se usó una balanza ohaus de 2kg de capacidad. Primeramente se tomó una pequeña muestra de alevines (1-2 gr) se contabilizo la cantidad en la muestra y se obtuvo un peso promedio dividiendo el peso de la muestra para la cantidad de alevines. Con este peso promedio procedemos a pesar los demás alevines en húmedo y se calcula la cantidad que se siembra en cada tanque para el peso en húmedo se pesa en una bandeja cierta cantidad de agua se tara la balanza con este peso de agua y posteriormente se procede a pesar los alevines

Es necesario clasificar los alevines según su peso promedio y separar los más grandes de los más pequeños en tanques diferentes con el propósito de reducir el canibalismo entre ellos y tener tallas uniformes al momento de la siguiente transferencia.

4.2. Acondicionamiento de alevines

Los alevines una vez que llegan al tanque de cría larvaria pueden permanecer con la misma agua a 7 ppt por un lapso no mayor de 2 días en caso de no completarse el cupo necesario (sin exceder la cantidad de 1000-2000 alevines por m³) o en el caso de observar más alevines al día siguiente y aun exista capacidad en el tanque para recibirlos.

Una vez completado el cupo de alevines en el tanque (a 7ppt de salinidad) se procedió a acondicionar los alevines al agua de mar a 35 ppt de manera lenta y gradual por 4 días hasta llegar a la salinidad de 35 ppt al 5to día con recambio continuo

aplicando un proceso similar al realizado en la baja de salinidad de reproductores.

La concentración total de sales se obtiene por medio de la suma de las concentraciones parciales del volumen del tanque y el volumen del agua de mar adicionada, este resultado se divide para el volumen total de agua en el tanque en litros y se obtiene la salinidad actual. Este proceso se realiza por espacio de 5 días seguidos cada 24 horas y de este punto en adelante se dejara con recambio continuo a 35 ppt. Es necesario hacer un cálculo para el flujo de entrada cada 24hrs.

4.3. Monitoreo de la calidad del agua en alevines.

Se monitoreo la calidad del agua midiendo la concentración de oxígeno disuelto y temperatura con un medidor digital marca YSI, modelo 55. Esto se realizó tanto para reproductores como para alevines, se tomó lectura de la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua una vez al día durante la mañana 8 am.

Para mantener la calidad del agua es necesario realizar sifón del fondo del tanque a diario para extraer alimento no consumido, heces y alevines muertos los cuales serán contados a diario para mantener un control.

El monitoreo de la calidad del agua en alevines de tilapia, nos dio una temperatura promedio de 25.1 °C y oxígeno promedio de 6.21 mg/L durante los 46 días que duro el acondicionamiento y posterior eclosion de alevines, la salinidad permaneció constante en 7 ppt desde que se realizó el acondicionamiento en agua dulce.

5. Protocolo de Alimentación

5.1. Alimentación de Reproductores

Para la alimentación de reproductores nos guiamos según el peso de los mismos teniendo en consideración el porcentaje de ración alimenticia para tilapias según peso (Tabla 2)

Previo a la eclosión la alimentación de los reproductores se realiza por medio de la adición diaria de alimento balanceado con un porcentaje proteínico de 32% en 2 raciones diarias.

La cantidad de alimento para reproductores es de 1% de la biomasa total de peces, pero esta cantidad de balanceado disminuye a la semana 3, coincidiendo con la incubación bucal de las hembras, a partir de este punto solo se dará un 0.5% de la biomasa total. En una sola dosis diaria.

El alimento es complementado con la adición de vitamina C (250mg /kg) y complejo B (1g/ kg) en el alimento.

Tabla 2. Tabla de porcentaje de ración alimenticia para tilapias según peso

Peso promedio (g)	Ración alimenticia(%)
<10	5.00
25	4.50
50	3.70
75	3.40
100	3.20
150	3.00
200	2.80
250	2.50
300	2.30
400	2.00
500	1.70
>600	1.40

Se recomienda dar el alimento de acuerdo al tamaño indicado, iniciando en los pesos de menos de 1 gramo hasta 10 gramos con un 40 a 45% de proteínas, luego entre 10 gramos y 50 gramos con un 35 a 40% y finalmente de 50 gramos en adelante puede trabajarse con alimentos entre un 28 y 32% de proteína.

5.2. Alimentación de alevines

Los alevines son alimentados basados en una tabla comercial (Tabla 3). Luego de este periodo son transferidos a tanques con más capacidad en caso de tener mucha biomasa de alevines y es necesario el uso de otra tabla comercial para que continúe el crecimiento hasta que sean transportados a las unidades de producción.

Se les proporciono desde el inicio de la producción alimento en polvo de 40-45% de proteína hasta el momento en que fueron distribuidas a las unidades de producción, las raciones alimenticias fueron de 4-6 veces por día. El alimento fue complementado con la adición de vitamina C (250mg /kg) y complejo B (1g/ kg) en el alimento.

6. Protocolo de salud.

6.1. Tratamientos para alevines y reproductores

Durante el transcurso del cultivo suelen presentarse inconvenientes en cuanto a salud de los animales, estos fueron tratados mediante el uso de ciertos productos obteniendo buenos resultados en cuanto a disminución de signos de enfermedad, enfermedad o mortalidades (Anexo 1) en esta tabla se resumen y describen algunos de los tratamientos que mejores resultados se tienen en cuanto a prevención y tratamiento de enfermedades que podrían presentarse.

Tabla 3. Tabla comercial para alimentación de alevines de tilapia 30 días post-eclosion.

días	peso alevin gr	% biomasa	% sobreviv	Tipo de balanceado
1	0,012	30,0%	100%	T-450 POLVO
2	0,014	29,0%	96%	T-450 POLVO
3	0,016	27,0%	95%	T-450 POLVO
4	0,018	26,0%	94%	T-450 POLVO
5	0,020	25,0%	93%	T-450 POLVO
6	0,026	24,0%	92%	T-450 POLVO
7	0,032	23,0%	91%	T-450 POLVO
8	0,038	22,0%	90%	T-450 POLVO
9	0,044	21,0%	89%	T-450 POLVO
10	0,050	20,0%	88%	T-450 POLVO
11	0,060	19,5%	87%	T-450 POLVO
12	0,070	19,0%	86%	T-450 POLVO
13	0,080	19,0%	85%	T-450 POLVO
14	0,090	18,5%	84%	T-450 POLVO
15	0,100	18,0%	83%	T-450 POLVO
16	0,120	17,5%	82%	T-450 POLVO
17	0,140	17,0%	81%	T-450 POLVO
18	0,160	16,0%	80%	T-450 POLVO
19	0,180	15,5%	79%	T-450 POLVO
20	0,200	15,0%	78%	T-450 POLVO
21	0,230	14,5%	77%	T-450 POLVO
22	0,260	14,0%	76%	T-450 POLVO
23	0,290	13,0%	75%	T-450 POLVO
24	0,320	12,5%	74%	T-450 POLVO
25	0,350	12,0%	73%	T-450 POLVO
26	0,370	12,0%	72%	T-450 POLVO
27	0,400	12,0%	71%	T-450 POLVO
28	0,420	12,0%	70%	T-450 POLVO

7. Protocolo de Transferencia y transporte de alevines

7.1. Transferencia y clasificación de alevines.

La Transferencia y clasificación de alevines es recomendable realizarla solamente a partir de los 0.5 gr de peso promedio desde nuestro tanque de siembra inicial hacia un tanque de mayor capacidad, en este punto en el caso no tener uniformidad en tallas, se los pasara por una rejilla clasificadora donde se separan los alevines grandes de los pequeños y se los asigna a tanques diferentes.

La técnica de conteo para la transferencia es de similar a la inicial de siembra de alevines siendo recomendable la de peso de la biomasa para no estresar mucho a los animales, la densidad se mantendrá en 1 a 2 alevines por litro.

Se los puede desinfectar con peróxido de hidrogeno o formalina unas semanas antes del trasporte en el mismo tanque mediante aplicación de peróxido de hidrogeno o formalina a 40 ppm por 15 minutos y luego recambio continuo.

7.2. Transporte de alevines hacia unidades de producción

Es recomendable mantener a los alevines hasta un peso promedio de 1-3gr previo al despacho hacia las unidades de producción (raceways o piscinas de producción), ya que esto nos garantiza mejores supervivencias al momento de la transferencia y también reduce los costos de mantenimiento.

El transporte de los alevines o juveniles se debe efectuar muy temprano para evitar que la siembra se realice con altas temperaturas (la temperatura ideal de traslado esta entre 22-24 oC) y esta se debe realizar en vehículo liviano, para mayor agilidad en el transporte y evitar mortalidades.

Para solicitar alevines se hace con un mínimo de 3 días, previo a la entrega. No se deben alimentar los alevines un día antes de la entrega para evitar stress y mortalidad por transferencia.

El conteo se realiza en el momento del despacho, pesando por cada kg despachado, una pequeña muestra de peces para obtener el peso promedio y determinar el total de alevines que se está despachando.

El transporte se realiza en ya sea en tanques de 500 o 1000 lts más aireación con tanque de oxígeno puro, la cantidad de peces no debe pasar de 15kg por viaje y en el caso de viajes más largos que requieran más horas de transporte este se realizara en cartones que contienen doble funda plástica con 15 lts de agua de capacidad (30% agua 50% oxígeno y 20% amarre con liga de funda) a la cual se adiciona 1-2 gr de carbón activado y oxígeno puro al momento de poner los alevines, la cantidad de peces por funda varía en función del peso de los peces y tiempo de transporte con un máximo de 1kg de biomasa de pez por funda.

Los peces deben ser trasladados a su destino final de la manera más rápida y directa posible.

7.3. Aclimatación y siembra

En esta etapa, los peces pueden ser fácilmente heridos por un manejo áspero, ya que estarán débiles debido al transporte. Por lo tanto, deben ser sembrados de manera ágil y con cuidado a su nuevo ambiente.

Antes de la siembra de los peces se debe igualar la temperatura del agua de transporte y del agua donde los peces van a ser sembrados. Una diferencia de temperatura no mayor a 3° C es tolerable.

Para esto se ubican las fundas dentro del agua de la piscina o raceway y se espera hasta que las temperaturas se igualen, luego se hace la mezcla lenta y gradual de agua hacia la funda para finalmente liberar los peces.

7.4. Densidades de siembra

La densidad de peces en unidad de producción variara según requerimientos del productor siendo recomendable una densidad de 2-4 alevines por m3 en salinidades de 35 ppt.

Se deben utilizar densidades adecuadas (número de peces por m2), esto dependerá del propósito del cultivo a nivel investigativo o productivo. Generalmente los peces crecen más rápido cuando tienen mucho espacio y mayor cantidad de agua. Una vez realizada la siembra se toma en consideración realizar controles diarios de parámetros (oxígeno y temperatura), limpieza diaria de filtros, control de entradas y salidas de agua, la turbidez no debe ser menor a 20 cm de visibilidad, además del control de aves depredadoras que ingresan al enmallado.

8. Resultados

Como resultados se tuvo que el ciclo de cultivo de alevines de tilapia en agua salada es de 30 días desde el acondicionamiento de reproductores hasta la obtención de alevines, en cuanto a supervivencia de reproductores no se presentaron mortalidades durante el proceso de cambio de salinidad de 35ppt a 7 ppt y viceversa luego de concluido el proceso de desove y eclosión.

Tampoco se registraron mortalidades elevadas en el proceso de acondicionamiento al agua salada de los alevines.

La larvicultura de alevines de tilapia presento una mortalidad aproximada del 30% desde la siembra hasta la transferencia a unidades de producción.

La transferencia de alevines a tanques de mayor capacidad se la realizo a los 40 días post eclosión con un peso de 1gr aproximadamente.

Tabla 4. Muestreo de alevines de tilapia durante la fase de larvicultura y juvenil.

Fecha	Peso prom.	días
12/11/2014	0,017	0
09/12/2014	0,24	27
20/12/2014	0,85	38
30/12/2014	1,5	48
10/01/2015	4	59
20/01/2015	4,77	69

El peso de siembra de los alevines fue de 0.017 gr y se realizaron muestreos cada 10 días a partir del día 27 hasta el día 69 (Tabla 4).

Los juveniles de tilapia fueron transferidos a piscinas de producción a los 69 días post eclosión con un peso de 4.77 gr (Figura 2).



Figura 2. Juveniles de 4 gr aproximadamente en tanque previo al despacho.

9. Conclusiones

Los alevines de agua salada a diferencia de las de agua dulce necesitan de más espacio para tener un crecimiento casi similar al de agua dulce pues la salinidad de 35 ppt hace que el crecimiento sea más lento debido a ello no es recomendable tener densidades mayores a 3 alevines por litro.

El acondicionamiento de alevines desde el agua a 7ppt a 35ppt debe de hacerse en un periodo no mayor de 5 días pues se suelen presentar mortalidades en tiempos muy cortos o muy prolongados de acondicionamiento.

El cultivo de tilapia en agua salada es muy parecido al de agua dulce en cuanto a los protocolos alimentación, transferencias, desinfección y tratamientos de ciertas enfermedades que afectan a nuestro cultivo, pero difiere en el tiempo de crecimiento de los alevines con un atraso de 7 días aproximadamente con respecto a los obtenidos en agua dulce pero esto solo es en alevinaje conforme pasa el tiempo este tiempo se prolonga aún más.

A pesar de que la tasa de reproducción en agua de mar es relativamente baja comparada con la de agua dulce esta aún se puede observar en los tanques con reproductores a 35ppt de manera esporádica y en bajas cantidades.

Los machos tienen un crecimiento superior a las hembras.

La cantidad de hembras presentes en las siembras es en igual en número a la de machos.

Al primer signo de enfermedad es necesario hacer tratamientos preventivos para evitar brotes de mortalidad en alevines o adultos.

10. Recomendaciones.

Es recomendable realizar más experiencias con reproductores para conocer que híbrido se podría adaptar mejor al agua salada sin que esta altere su crecimiento desde la eclosión hasta la cosecha.

Se debería tener una tabla de alimentación adaptada a las necesidades nutricionales de las tilapias en agua de mar.

Más pruebas a diferentes densidades de siembra de alevines para conocer cuál es la densidad máxima a la cual no presenten problemas de crecimiento o salud de los animales.

A pesar de que el cultivo en agua de mar presenta la ventaja de no usar hormona, es necesario sembrar solo machos para que el crecimiento se asemeje aún más al de agua dulce.

Deberían hacerse estudios para la obtención de supermachos de tilapia en agua salada para continuar con el no uso de hormonas.

En cuanto a alevines nacidos en 35 ppt sin necesidad del proceso de adaptación en agua dulce, se recomienda hacer un seguimiento de estos llevándolos a etapa reproductiva y determinar si las generaciones venideras serán capaces de reproducirse en agua de mar sin tener que hacer el acondicionamiento al agua dulce.

Es recomendable realizar un análisis económico tanto de laboratorio de producción de alevines como de las unidades de producción para ver la rentabilidad de cada una de las fases de cultivo.

11. Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que conforman el grupo de trabajo de Piscicultura en Cenaim ya que sin ellos no hubiera sido posible el desarrollo del presente documento.

12. Referencias

- [1] W. O. WATANABE, B. L. Olla y R. I. W. a. W. D. H. Vo, «Saltwater culture of the Florida red Tilapia and other saline-tolerant Tilapias: a review,» de World Aquaculture, vol. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. I., C. a. J. E. Rakocy, Ed., Baton Rouge, Louisiana: B. A., 1997, pp. 54-141.
- [2] FAO, «El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014.,» Roma, 2014.
- [3] M. A., Biología, Cultivo y Comercialización de la Tilapia., ATG, 2003.
- [4] S. H. M. R. Mena A., «Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida Oreochromis

- mossambicus (Peters) x Oreochromis niloticus (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio.» *Revista Veterinaria México*, 33(01), vol. 33, n° 01, pp. 39-48, 2002.
- [5] M. G. Mostafa A., «Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids.» *Aquaculture*, vol. 247, n° 01, pp. 189-201, 2005.
- [6] A. J. Ponce J., «Pigmentación de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) con carotenoides de flor de campasúchil (*tapetes erecta*) en comparación con la astaxantina.» *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 3, n° 02, pp. 219-225, 2004.
- [7] C. D. B. M. López C., «Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona.» *Revista Colombiana de ciencias Pecuarias*, n° 20, pp. 318-326, 2007.
- [8] ESPOL, «Cenaim-Espol.» WebSites de ESPOL, 2015. [En línea]. Available: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/diversificacion>. [Último acceso: 01-02-2016 Febrero 2016].
- [9] A.-F. M. El-Sayed, «Tilapia Culture in Salt Water: Environmental Requirements, Nutritional Implications and Economic Potentials.» de VIII Simposium Internacional de Nutrición, Monterrey, 2006.

ANEXO 1 – Tabla de tratamientos sanitarios utilizados

Problema	TRATAMIENTO aplicado	PPM usados actualmente	Tiempo - horas tratamiento	DIAS- TRATAMIENTO	Vehículo de tratamiento - dosis	Resultado obtenido
Tilapia: serascan en paredes del tanque, destrucción de aletas, laceraciones en el cuerpo actividad reducida, mortalidad en alevines Hongos en el cuerpo o materia orgánica adosada al cuerpo.	Formol	50 – 60 ppm	1 hora	3 días	Agua: 50-100ml/Tn, formol al 37% aplicado con nivel bajo y aireación, luego recambio intenso por 5 min y subir a niveles normales operativos. Hay que estar pendiente de que no se reduzca el oxígeno a causa de la acción del formol. se lo puede aplicar junto al tratamiento de sulfato de Cu.	Ayuda al control de las bacterias que se presenten en agua y hongos adosados en el cuerpo de los peces. Dejaron de rascarse, heridas mejoraron Es necesario hacerlo como preventivo en etapas iniciales al ver comportamiento anormal u otros signos de enfermedad.
Tilapia: serascan en paredes del tanque, destrucción de aletas, laceraciones en el cuerpo actividad reducida. Y mortalidad en alevines. Hongos en el cuerpo o materia orgánica adosada al cuerpo.	Peróxido de hidrógeno	50- 60ppm	40 min	3 días	Agua: 50 ml/ Tn, peróxido al 50%, aplicado con nivel bajo y aireación, luego recambio por 5 min. Y subir a niveles operativos. En algunos casos se usa para aumentar la cantidad de oxígeno en caso de baja del mismo. Y hay que estar pendiente de que no se sobre pase la dosis recomendada o el tiempo de exposición aunque se ha llegado hasta una hora de tratamiento.	Ayuda al control de las bacterias que se presenten en agua y hongos adosados en el cuerpo de los peces. Dejaron de rascarse, heridas mejoraron. Es necesario hacerlo como preventivo en etapas iniciales al ver comportamiento anormal.
Cabezas y aletas rojas, laceraciones en el cuerpo, peces se rascan en paredes del tanque. Se observa Mortalidad escasa y anemia o letargia.	Sulfato de Cobre	0,5 – 2,0 ppm	1 hora	3 días	Agua: se disuelve previamente y posteriormente se aplica con nivel bajo se espera el tiempo recomendado y finalmente se hace recambio. También se lo aplica en conjunto con el tratamiento de formol.	Dejaron de rascarse, las heridas mejoraron, así como la actividad de los peces también mejoró. Es necesario hacerlo como preventivo en caso de observarse unos cuantos individuos con los síntomas antes descritos.
Presencia de laceraciones externa en ciertos individuos, disminución del apetito y actividad reducida, algunos individuos con desnutrición marcada y aletas comidas.	Ácidos Orgánicos	10-20 ppm	4-8hrs	7 días	Agua: Se deja sin recambio durante el periodo de tratamiento, luego se hace recambio total o parcial. También se lo uso en alimento.	Sin embargo al aislar reproductores de tilapia lacerados se observó mejoría en un 65 % de los individuos tratados. Que cicatrizaron heridas. En alimento también se lo uso pero no se obtuvo buenos resultados.
Mortalidad marcada y presencia de laceraciones en piel y aletas debido a una bacteriosis. (se hicieron pruebas de sensibilidad de bacterias antes de dar el tratamiento antibiótico).	Oxitetraciclina	25-30 ppm	8 horas	10 días	Agua- 25-30 gr/Tn se aplica en nivel bajo (1 o 2 tn de agua) sin recambio y bajo sombra, luego se deja subiendo a niveles operativos	Este tratamiento resultó efectivo al disminuir casi totalmente un brote de mortalidad muy agresivo que se presentaba en algunos tanques de juveniles o reproductores, se lo puede aplicar en conjunto con el Florfenicol en alimento.
Mortalidad marcada y presencia de laceraciones en piel y aletas debido a una bacteriosis. (se hicieron pruebas de sensibilidad de bacterias antes de dar el tratamiento antibiótico).	Florfenicol 15%	150 ppm	Alimentación	10 días	Alimento- 1gr/kg	Este tratamiento resultó efectivo al disminuir casi totalmente un brote de mortalidad que se presentaba en tanques de juveniles y adultos, se lo puede aplicar en conjunto con la Oxitetraciclina en agua.
Acumulación de materia orgánica en agua de tanques y desinfección de los mismos.	Hidróxido de Calcio	200 ppm	4 horas	5 días	En agua – luego del tiempo indicado se aplica recambio	Baja la carga de sólidos en suspensión y facilita la remoción mediante sifón en tanques.
Presencia del parásito Benedenia. Síntomas que causa: anemia marcada, letargia, comezón de los peces que se frotan con las paredes del tanque, en casos severos de infestación provoca mortalidades elevadas	Agua Dulce	Llevar a 0 ppt	3-5 minutos	De 2 a 3 baños dentro de 15 días dependiendo de la temperatura y salinidad	Inmersión en agua dulce declorinada. Baño por medio de tinas con agua dulce donde se colocan los peces mediante mallas de captura tratando de no capturar muchas unidades a la hora de la inmersión. Hay que tener cuidado con los individuos débiles que muchas veces no soportan el stress de baño y manipulación.	Los parásitos mueren al poco tiempo que entran en contacto con el agua dulce, no así sus huevos que muchas veces sobreviven y generan una nueva población que continúa afectando a los peces, para esto se hacen mas baños en un tiempo determinado por la temperatura y salinidad presente al momento de encontrar la parasitosis.