

**EFFECTO DE DIFERENTES GRADOS TEMPERATURA SOBRE EL
PORCENTAJE DE MACHOS EN TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*).**

ALEJANDRO MÉNDEZ ARBOLEDA

IVAN DARÍO CALVACHE GARCÍA

Tutor

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ, D.C**

2013

**EFFECTO DE DIFERENTES GRADOS TEMPERATURA SOBRE EL
PORCENTAJE DE MACHOS EN TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*).**

ALEJANDRO MÉNDEZ ARBOLEDA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de ZOOTECNISTA**

Tutor

**IVAN DARÍO CALVACHE GARCÍA
ZOOTECNISTA, MScAgr / PA**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ, D.C**

2013

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C
RECTOR

HERMANO FABIO CORONADO PADILLA F.S.C.
VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.
VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

DOCTOR LUIS FERNANDO RAMIREZ
VICERRECTOR DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA

DOCTOR EDUARDO ANGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTORA PATRICIA INES ORTIZ VALENCIA
SECRETARIA GENERAL

DOCTORA CLAUDIA AIXIA MUTIS
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ALEJANDRO TOBON
SECRETARIO ACADEMICO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTORA RUTH RODRIGUEZ
DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA

DOCTOR CESAR AUGUSTO VASQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO

LISTA DE TABLAS:

TABLA 1. Evaluación de una temperatura constante a 25°C.

TABLA 2. Evaluación de una temperatura constante a 28°C.

TABLA 3. Evaluación de una temperatura constante a 30°C

TABLA 4. Evaluación de una temperatura constante a 32°C

TABLA 5. Resumen comparativa entre tratamientos.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Metodología diseñada para los tratamientos a diferentes temperaturas 28°C, 30°C, 32°C y el grupo control de 25°C.

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	7
SUMMARY.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1. REVISION DE LITERATURA.....	13
2. HIPOTESIS.....	16
3. TIPO DE ESTUDIO.....	16
4. MATERIALES Y METODOS.....	17
4.1 Localización.....	17
4.2 Materiales.....	17
4.3 Fase Experimental.....	18
5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
6.1 Evaluación del tratamiento de 25 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.....	21
6.2 Evaluación del tratamiento de 28 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.....	22
6.3 Evaluación del tratamiento de 30 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.....	23
6.4 Evaluación del tratamiento de 32 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.....	24
7. CONCLUSIONES.....	26
8. RECOMENDACIONES.....	27
9. BIBLIOGRAFIA.....	28

RESUMEN

La producción de alevinos en Colombia y generalmente a nivel mundial, se ha producido mediante la utilización de la hormona masculinizante incorporada en el alimento. Lo anterior puede llegar a generar una residualidad en los tejidos de la tilapia y por ello el rechazo de este tipo de producto y sus derivados en algunos mercados a nivel mundial.

Es por ello que se han utilizado diferentes sistemas de reversión sexual en tilapia, teniendo como meta mínimo un 95% de machos en producción, debido a que las hembras de tilapia empiezan a reproducirse muy jóvenes y esto afecta de una manera directa la conversión alimenticia, homogeneidad en tallas de sacrificio. Debido a que las hembras en vez de convertir el alimento en carne lo que hacen es utilizar la energía para reproducirse.

Por esta razón se desarrollo esta investigación, evaluando el efecto de diferentes grados temperatura sobre el porcentaje de machos en tilapia roja (*Oreochromis sp*). Este estudio se realizó en la empresa piscícola New York S.A, estación piscícola Santa Elena, localizada en el municipio de Garzón, departamento de Huila. Para lo anterior se evaluaron diferentes tipos de temperaturas, donde se mantuvo temperaturas constantes (28°C, 30°C, 32°C y grupo control de 25°C). Cada temperatura tuvo tres replicas y las larvas fueron llevadas a hapas para su alimentación a voluntad con harina de 45% de proteína sin hormona para no alterar el estudio, posteriormente las larvas son sacrificadas mediante corte medular y sus gónadas sexuales son evaluadas en el microscopio para obtener los resultados.

Se empleo un diseño de clasificación experimental completamente aleatorio efecto fijo balanceado con tres replicas por tratamiento donde se evaluó como variable respuesta % de reversión, % de eclosión y sobrevivencia en larvas y post-larvas, peso, longitud total longitud estándar y altura.

Se pudo analizar con los resultados que en los resultados de la tabla 1 y temperatura 25°C y tabla 2 con temperatura 28°C no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas y la implementación de esta metodología en explotaciones comerciales no sería lo ideal porque no sería competitivo por el bajo porcentaje de machos.

Los resultados de la tabla 3 y temperatura 30°C y tabla 4 y temperatura 32°C fueron los tratamientos que obtuvieron una diferencia estadísticamente significativa, pero a pesar de ver el efecto de la temperatura sobre el porcentaje de machos en estos tratamientos, el único que se podría implementar en una explotación comercial y con un desempeño aceptable sería el de los resultados de la tabla 4.

SUMMARY

Fingerling production in Colombia and generally worldwide, has been produced by the use of masculinizing hormone incorporated in the food. This can get to generate a residual in the tissues of tilapia and thus the rejection of this type of product and its derivatives in some markets all around the world.

That is why we have used different systems of sex reversal in tilapia, targeting at least 95% of males in production, because tilapia females begin to reproduce very young and this directly affects a feed conversion, homogeneity in sizes of sacrifice, because females rather than transforming food into flesh what they do is use the energy to reproduce.

For this reason, this research development, evaluating the effect of different degrees temperature on the percentage of males in red tilapia (*Oreochromis* sp). This study was conducted in New York Company SA fish, fish station Santa Elena, located in the town of Garzon Huila department. Above were evaluated for different types of temperatures, where temperature is kept constant (28 ° C, 30 ° C, 32 ° C and a control group of 25 ° c). Each room had three replicates and larvae were carried to hapas for their ad lib feeding with flour 45% protein without hormones to not alter the study, after which larvae are killed by cutting their spinal and sexual gonads are evaluated under a microscope to get the results.

Job design is completely randomized classification fixed effect balanced with three replicates per treatment which was assessed as the response variable% reversal,% hatching and survival in larvae and post-larvae, weight, total length and height standard length.

Results could be analyzed in Table 1 and temperature 25 ° c and Table 2 with temperature 28 °c no statistically. Significant difference was obtained and the

implementation of this methodology in commercial farms would not be ideal because it would be competitive by low percentage of males.

The results in Table 3 and Table temperature 30 ° C and 4 and temperature 32 ° C treatments were obtained on a statistically significant difference, but despite seeing the effect of temperature on the percentage of males in such treatment, the only could be implemented in a commercial and acceptable performance would be the results of Table 4.

INTRODUCCIÓN

La temperatura ambiente afecta de manera temprana el sexo fenotípico de la tilapia (Guerrero,1979, citado en Vidal; *et al* 2008), este trabajo evalúa los efectos de la temperatura del agua, durante el periodo de diferenciación sexual en base a los machos de tilapia.

La intensificación de los sistemas productivos piscícolas tanto a nivel mundial, como a nivel nacional ha hecho que se introduzcan especies a nuestro país genéticamente mejoradas. Así mismo diferentes herramientas para la obtención de alevinos monosexo de tilapia pero sin resultados positivos, es decir con porcentajes similares tanto de machos como de hembras que productivamente no es lo esperado.

El mercado con el transcurrir del tiempo se vuelve más exigente, es por ello que incursionar en mercados europeos para nuestro producto no es fácil, debido a la utilización de hormonas en el proceso de reversión sexual, por esta razón es de vital importancia la utilización de otras herramientas con las cuales se pueda obtener igual o mayor porcentaje de machos de tilapia en las producciones.

La piscicultura se convierte en un foco de desarrollo económico muy importante en la economía tanto mundial como nacional, a nivel mundial la producción de peces de agua dulce es de 40'715.739 de toneladas anuales y 45.191 toneladas anuales en Colombia, siendo el departamento del Huila el mayor productor con 13.942 toneladas y 29,1% de la producción nacional, seguido de departamentos como el meta con 8117 toneladas y el valle con 4533 toneladas además la creación de empresas dedicadas a la explotación piscícola es fuente de generación de empleo y generando un impacto importante en la cadena alimentaria . El consumo de pescado representa el 16,1 % de proteínas de origen animal a nivel mundial y aporta a 1500 millones de personas una cifra cercana al 20 % de comida proteica de origen animal (Pulido *et al*; 2004).

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes temperaturas sobre el porcentaje de machos de tilapia roja sometidas a temperatura constante en la incubadora hasta la eclosión.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el porcentaje de machos en tilapia sometidas a cuatro diferentes temperaturas constantes (28°C, 30°C, 32°C y grupo control de 25°C) hasta su eclosión.
- Evaluar la relación costo-beneficio de la implementación de esta metodología en la producción de alevinos monosexo de tilapias.
- Evaluación de los efectos de los tratamientos, sobre parámetros zootécnicos como indicadores de eficiencia en incubación, porcentaje tanto de machos como de hembras, mortalidades.

1. REVISION DE LITERATURA

En cuanto a reversión sexual se refiere, se espera que por lo menos el 95% de la población sean machos y se pueden utilizar diferentes herramientas como lo es la utilización de esteroides para poblaciones monosexo, este se puede realizar con andrógenos como lo son 17-alfa-metilandrosterona, 17 alfa-etinilttestosterona y el más usado en la actualidad 17 alfa-metiltestosterona (Guerrero,1979, citado en Vidal; *et al* 2008), existe el método manual el cual se realiza según el dimorfismo sexual observando las características de la papila genital según Devlin en, 2002 otra herramienta utilizada en reversión sexual es la inclusión de la hormona en el concentrado, obteniendo los mejores resultados de reversión hasta de un 100% además de los anteriores métodos también existen estudios en reversión sexual por medio de temperatura, debido a que a mayor temperatura mayor cantidad de machos.

Tessema., *et al.*, (2006), evaluaron el efecto de la temperatura en la proporción de sexo de poblaciones. Realizaron tres tratamientos y el grupo control, en el primer tratamiento se mantenía una temperatura constante de 18°C por un lapso de 20 días, en el segundo se mantenía una temperatura constante de 36°C por un lapso de 10 días, en el tercero se mantenía la temperatura constante a 38°C por un lapso de 10 días y finalmente el grupo control a 28°C. Se mantuvo la temperatura constante por medio de termorreguladores, y fueron alimentados ad libitum con una dieta alta en proteínas dividida en tres raciones diarias, 80 crías de cada tratamiento eran introducidas a un acuario con capacidad para 80 litros y un caudal de cinco litros por minuto, la determinación sexual se realizó entre los 90-120 días mediante observación visual de papila urogenital y cuando era incierto eran examinados mediante evaluación microscópica de gónadas.

En el primer tratamiento los resultados fueron un porcentaje de 78% de machos lo cual es significativamente alto ($p < 0,001$) comparativamente con el tratamiento control que arrojó un 49,9% de machos, el segundo tratamiento no aumentó comparativamente el porcentaje de machos con respecto al tratamiento número uno, y finalmente el tratamiento número tres no alteró de una manera significativa la proporción de sexos puesto que arrojó 54,5% de machos pero a pesar de ello fue significativamente mayor al grupo control ($p < 0,001$).

Bezault., *et al.*, (2007), reportaron un estudio en tilapia del Nilo en condiciones naturales en diferentes lugares del mundo, los animales fueron recolectados en su hábitat natural entre 50-120 g. y fueron llevados en condiciones controladas con una temperatura estándar de $27^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$ en un lugar termo regulado, fueron sembrados en proporción de tres hembras por un macho en un tanque de 240 litros, se recogían los huevos fertilizados, reportaron dos tratamientos, el control con tres réplicas de diferentes lugares del mundo a una temperatura de 27°C y el tratamiento también con tres replicas el cual estaban a una temperatura constante de 36°C por un lapso de 30 días más 60 días de tratamiento térmico prolongado, la diferenciación sexual se realizó en laboratorio por medio de observación de gónadas mediante el microscopio, para el grupo control reportaron 50,2% de machos en el primer ensayo, 52,9% en el segundo ensayo y 55,8% de machos el cual resultó significativamente sesgado hacia machos, y para el tratamiento los resultados obtenidos fueron 78,7% de machos para el primer ensayo, 80,6% de machos para el segundo ensayo y 77,0% de machos para el tercer ensayo (Bezault *et al.*, 2007). Todas las progenies estudiadas presentaron un alto porcentaje de termo sensibilidad con un 91,2%, y presentó un aumento significativo de machos los ensayos sometidos a altas temperaturas 71,9% comparativamente con los machos del grupo control.

Baras., *et al.*, (2000), evaluaron el efecto de la temperatura en la proporción de machos de la tilapia del Nilo, las muestras del estudio se obtuvieron por medio de obtención de huevos fertilizados y posterior incubación artificial, hasta la

reabsorción del saco vitelino, se evaluaron 11 progenies las cuales se dividieron de 220 a 350 individuos por grupo, se realizó el modelo práctico evaluando temperaturas desde los 20°C hasta 39°C siendo el grupo control de 27°C, manteniendo las temperaturas constantes y alimentados ad libitum con una dieta alta en proteína, para la diferenciación sexual se realizó cuando estaban de 70 días, y se seleccionaron 100 individuos de manera aleatoria de las muestras, estos fueron analizados por medio de microscopio y análisis gonadal con aceto carmín. los resultados obtenidos para el grupo control fue de 42 hasta 60% machos, los animales sometidos a temperaturas entre 20 y 33°C no se desviaron significativamente del grupo control es decir entre 42 hasta 60% machos, los animales sometidos a temperatura constante de 39°C tuvieron mortalidades del 100% por tal razón no se siguió evaluando y la temperatura que obtuvo mayor porcentaje de machos fue a 37°C obteniendo porcentajes entre 78-100% de machos.

Wessels S., Hörstgen-Schwark G., (2007), evaluaron la heredabilidad de reproductores sometidos a tratamiento térmico, los peces fueron sometidos a temperaturas entre 27 y 28%, estos fueron etiquetados y fueron llevados a piletas de 300 litros, se recolectaron los huevos fertilizados y fueron incubados artificialmente, se obtuvieron 110 peces para el control y 110 peces para el tratamiento, los animales del grupo control se tuvieron a una temperatura constante de 28°C y los animales del tratamiento se tuvieron a una temperatura de 36°C, los dos grupos por un lapso de 10 días, fueron alimentados ad libitum con una dieta alta en proteína hasta los 90 -120 días, de estos animales se seleccionaron 10 machos y 10 hembras mediante visualización de la papila urogenital, el criterio de selección fue familias que presentan más del 80%(línea alta) de machos y familias que presentan menos del 60%(línea débil) de machos después de un tratamiento de temperatura fueron seleccionados, estos animales son cruzados y la segunda generación de la línea alta expuesta a temperaturas altas tenían una distribución sesgada hacia el 100% de machos, mostrando un aumento de machos del 5,1% de una generación a otra y los animales de la línea

débil mostraron una ligera disminución del % de machos, además concluyeron que la diferencia entre la línea alta y la línea débil tenía una diferencia significativa del 19,4%.

Rougeot., *et al.*, (2008), evaluaron el efecto de temperaturas altas durante la embriogénesis en la diferenciación sexual, se trabajaron peces de 280 gramos, individualmente etiquetados con marcas PIT, fueron mantenidos en un sistema de recirculación con una temperatura de 27°C para el grupo control y tratamientos a 34°C, 35°C, 36°C, fueron alimentados ad libitum con porcentaje alto de proteína, los huevos fertilizados fueron extraídos de la boca de las hembras y contados, fueron incubados artificialmente en incubadoras de 1,5 litros de forma individual, cada lote tenía un sistema de tratamiento térmico con temperatura constante, posteriormente salieron de incubación fueron trasladados a piletas a 27°C hasta los tres meses y con un peso promedio de 3,6 gramos, la proporción de machos fue analizada mediante análisis gonadal con el método squash acetocarmin, se escogieron 100 animales de cada tratamiento y del control y encontraron que el porcentaje medio de machos aumento en los tratamientos y en el grupo control, en el grupo control con temperatura constante se obtuvo un porcentaje de 100%, y en los tratamientos se obtuvieron aumento del porcentaje medio por temperatura alta de 9,7, 18,2 y 17,5% de machos a los 34, 35 y 36 ° C, respectivamente.

2. HIPOTESIS:

El efecto de la temperatura en la incubación, presenta un mayor número de machos fenotípicos de tilapia roja.

3. TIPO DE ESTUDIO:

Esta investigación será experimental puesto que se basa principalmente en un plan muy concreto que exige tanto en el diseño de la investigación, como en la determinación de la población y muestra, seleccionando los respectivos

instrumentos y procedimientos para la obtención de datos con su perteneciente prueba de confiabilidad de los datos.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización

El trabajo de campo se realizó en la empresa piscícola New York S.A, estación piscícola Santa Elena, localizada en el municipio de Garzón, departamento de Huila, con una altitud de 828 m.s.n.m., temperatura ambiente promedio 28°C y temperatura en agua 28±1°C.

Se realizaron tres replicas por tratamiento, en cada incubadora se tuvieron 250 ml de huevos sin eclosionar, de estos 250 ml se tomaron al azar 100 larvas, las cuales fueron sometidos a la observación gonadal para determinar el porcentaje de machos, hembras y intersexo.

El total de la muestra para el ensayo fue de 1200 larvas, todas estas larvas apenas reabsorbieron su saco vitelino fueron alimentadas ad libitum con concentrado en polvo sin hormona para no alterar los resultados y poder concluir los efectos de la temperatura sobre el porcentaje de machos.

4.2 Materiales

- Reproductores de tilapia roja.
- Huevos fertilizados de tilapia roja.
- Laboratorio de incubación con sistema de recirculación.
- Incubadoras.
- Bandejas de reabsorción de saco vitelino.
- Termostatos.
- Termómetro.
- Alimento balanceado para peces 45% proteína sin hormona masculinizante.

- Piletas con capacidad para 50.000 litros de agua y hapas con capacidad para 30000 larvas.
- Piedras difusoras.
- Microscopio.
- motobomba de una pulgada.
- mangueras para motobomba.

4.3 Fase experimental

Se recolectaron 250 ml de huevos fertilizados por replica y cada tratamiento tuvo tres replicas, es decir se utilizaron 750 ml de huevos fertilizados por tratamiento y la totalidad de huevos fertilizados en el estudio fue de 3000 ml debido a que se evaluó el efecto de cuatro temperaturas diferentes sobre el porcentaje de machos de tilapia roja para el estudio, estos huevos fueron extraídos manualmente por la cavidad bucal de las hembras de un peso promedio de 300 gramos, los huevos fueron seleccionados por la tonalidad del huevo, es decir que los huevos blancos y de color café son desechados. Posteriormente de la recolección de los huevos estos fueron limpiados en el estanque y llevados al laboratorio de incubación. Prieto C., Olivera M., (2002), donde se dividieron los 3000 ml en los cuatro tratamientos 28°C, 30°C, 32°C más el grupo control 25°C (temperatura de agua ambiente), es decir que por incubadora iban 250 ml de huevos fertilizados.

Cada tratamiento tuvo tres replicas y la temperatura fue mantenida constante mediante termostatos suministrados por la empresa, desde que llegó el huevo fertilizado hasta la eclosión del saco vitelino la temperatura se mantuvo constante mediante la graduación de la temperatura en los termostatos y fue revisada como mínimo 12 veces al día. Cada tratamiento tenía que ser independiente y además tenía un sistema de recirculación mediante una bomba para poder mantener la temperatura y lograr valores más exactos.

Una vez las larvas habían reabsorbido el saco vitelino, fueron trasladados a piletas con capacidad para 50.000 litros de agua y 5 hapas dentro de la pileta, cada hapa con capacidad para 30.000 larvas y con una piedra difusora dentro de cada hapa, las larvas fueron mantenidas durante un lapso de 35 días en las piletas y estas eran alimentadas ad libitum con un alimento concentrado en polvo de 45% de proteína alimentados cada hora, el alimento concentrado en polvo era sin hormona masculinizante con el fin de poder obtener el resultado de la temperatura sobre el porcentaje de machos sin utilización de hormonas, cuando cumplieron los 25 días después de haber eclosionado es el momento en el cual fueron seleccionadas al azar de las hapas un centenar de alevinos por replica, es decir 300 alevinos por tratamiento y 1200 alevinos por el estudio, estos alevinos fueron llevados al laboratorio y serán sacrificados mediante el corte medular para asegurar un manejo ético de los animales, posteriormente se realizó una prueba histológica de análisis gonadal de la proporción sexual de cada tratamiento y sus respectivas replicas.

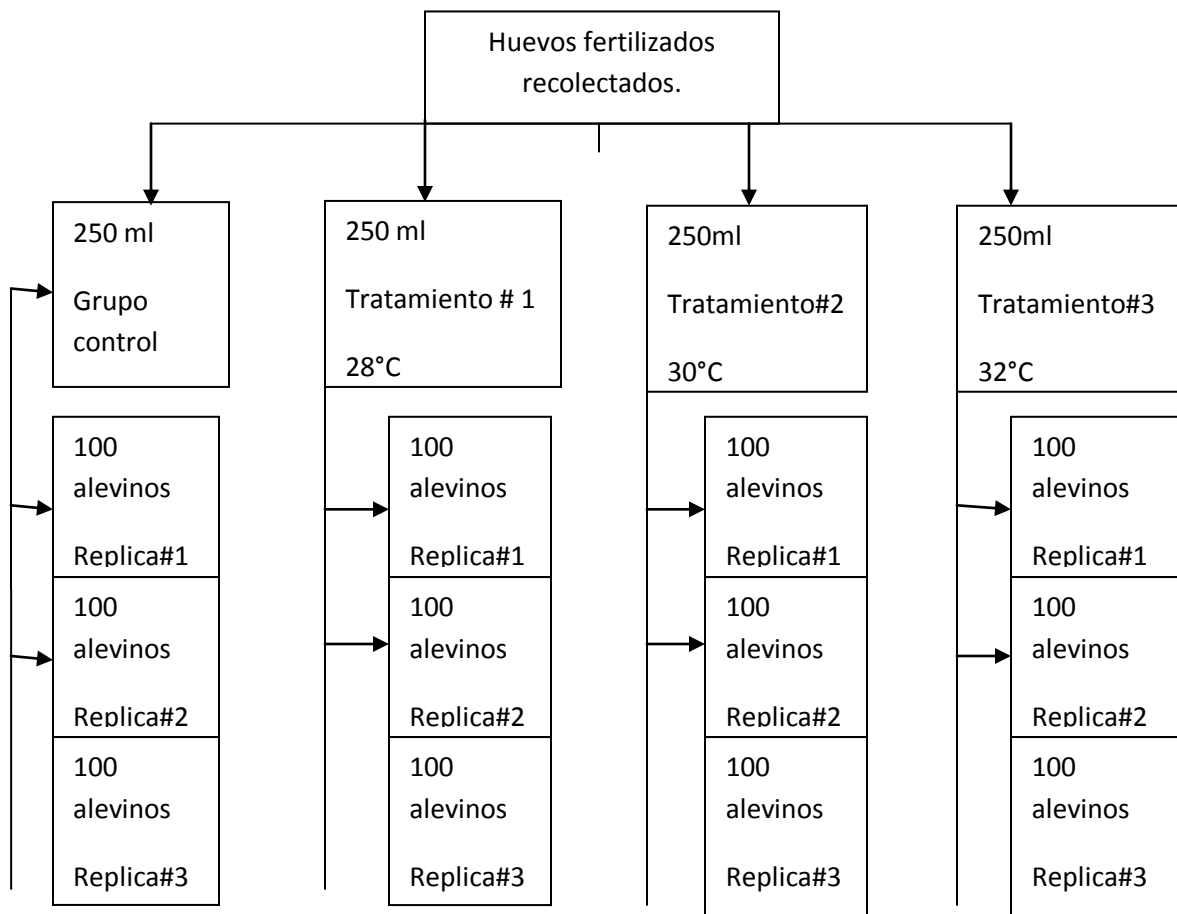




Figura 1: Metodología diseñada para los tratamientos a diferentes temperaturas 28°C, 30°C, 32°C y el grupo control de 25°C.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se empleo un diseño de clasificación experimental completamente aleatorio efecto fijo balanceado con tres replicas por tratamiento donde se evaluó como variable respuesta % de reversión, % de eclosión y sobrevivencia en larvas y post-larvas, peso, longitud total longitud estándar y altura. Se convalido los supuestos asociados con el modelo y en los análisis unidimensionales ANOVA se contrasto mediante la prueba de tukey al 5% de significancia. Si se requiere trasformación de datos, se acudirá a la familia Box-cox. Se realizo análisis descriptivo exploratorio de tipo dimensional por tratamiento.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos surgen de evaluar diferentes grados de temperatura sobre el porcentaje promedio de machos y hembras, evaluados bajo condiciones controladas de temperatura en el laboratorio de incubación de la piscícola NEW YORK S.A. en el municipio de Garzón Huila.

Para realizar la interpretación de estos resultados se evaluó y analizó cada tratamiento por separado, concluyendo si era viable su implementación en producciones comerciales de cuerdo al porcentaje de machos, se hace principal énfasis en el porcentaje de machos debido a que los machos depositan toda su energía en producir carne, en cambio las hembras desde muy jóvenes utilizan la energía consumida en producción de huevos y no de carne.

6.1 Evaluación del tratamiento de 25 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.

A continuación se presenta la tabla 1 donde se muestra el resumen estadístico, de la evaluación de una temperatura constante a las larvas de 25°C, desde la introducción de los huevos al laboratorio hasta la eclosión del mismo.

Tabla 01 Evaluación de una temperatura constante a 25°C

Porcentaje promedio de machos	Porcentaje promedio de hembras	P< α
0.57 \pm 0,0012 ^a	0.43 \pm 0.0023 ^b	0.03

Prom \pm D.S.: Los promedios son el resultado de 50 replicas por tratamiento. ^{a,b}: Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias estadísticamente significativas (p<005), según Tukey.

En el análisis de la tabla 1 donde se muestra el resumen estadístico del tratamiento de 25°C, se observa que el porcentaje de machos de este tratamiento es mínimo, debido a que en una explotación comercial el hecho de tener 57% de machos es muy bajo y esto nos puede afectar directamente la conversión alimenticia, por otra parte revisando los resultados de la tabla 1 comparativamente con lo que dijo (Guerrero,1979, citado en Vidal; *et al* 2008) el hecho de tener un porcentaje de hembras tan alto hace que la competitividad o eficiencia de una empresa no sea la esperada. En el análisis de esta variable y como se observa en la tabla 1 se evidencia que la implementación de la temperatura no tuvo una diferencia significativa de acuerdo al efecto sobre el porcentaje de machos.

6.2 Evaluación del tratamiento de 28 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.

A continuación se presenta esta tabla donde se muestra el resumen estadístico, de la evaluación de una temperatura constante a las larvas de 28°C, desde la introducción de los huevos al laboratorio hasta la eclosión del mismo.

Tabla 2 Evaluación de una temperatura constante a 28°C

Porcentaje promedio de machos	Porcentaje promedio de hembras	P< α
0.57± 0.0197 ^a	0.43± 0.0251 ^b	0.0278

Prom ± D.S.: Los promedios son el resultado de 50 replicas por tratamiento. ^{a,b}: Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias estadísticamente significativas (p<005), según Tukey.

En el análisis de la tabla 2 donde se muestra el resumen estadístico del tratamiento a 28°, observamos que el porcentaje de machos sigue siendo bajo, al igual que el anterior tratamiento y no se expresa una diferencia significativa en el porcentaje de machos, de acuerdo al hecho de aumentar dos grados centígrados de acuerdo al anterior tratamiento.

De igual manera comparando los resultados de la tabla 2 con lo que obtuvo Tessema., *et al.*, (2006) con un 54% de machos a la misma temperatura, se puede ver que los resultados de la tabla 2 y de este autor son similares pero no sería rentable aplicar esta metodología de reversión por temperatura en una explotación comercial, debido a que el porcentaje de machos sigue siendo muy bajo y lo más importante en cualquier producción es la rentabilidad y competitividad de cualquier empresa.

6.3 Evaluación del tratamiento de 30 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.

A continuación se presenta esta tabla donde se muestra el resumen estadístico, de la evaluación de una temperatura constante a las larvas de 30°C, desde la introducción de los huevos al laboratorio hasta la eclosión del mismo.

Tabla 3 Evaluación de una temperatura constante a 30°C

Porcentaje promedio de machos	Porcentaje promedio de hembras	P< α
-------------------------------	--------------------------------	-------------

0.76± 0.002 ^a	0.24± 0.0018 ^b	0.0001
--------------------------	---------------------------	--------

Prom ± D.S.: Los promedios son el resultado de 50 replicas por tratamiento. ^{a,b}: Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias estadísticamente significativas (p<005), según Tukey.

De acuerdo al resumen estadístico del anterior y viendo la tabla 3 se puede analizar que el efecto de la temperatura tuvo una diferencia estadísticamente significativa, y que a pesar de seguir siendo bajo el porcentaje de machos con un 76% es claro que la temperatura tiene una relación directa con el porcentaje de machos de tilapia.

La implementación de esta temperatura como metodología para una producción comercial y comparada con lo dicho por Tessema., et al., (2006)) donde se espera como mínimo un 95% de machos para una explotación comercial. Entonces es por ello que sigue siendo muy bajo el porcentaje de machos para una explotación comercial, debido a que si se llevaran a cosecha un lote de estos, tendríamos lotes no homogéneos en tallas y la conversión alimenticia no sería la ideal.

6.4 Evaluación del tratamiento de 32 ° C de temperatura constante sobre el porcentaje de machos.

A continuación se presenta esta tabla donde se muestra el resumen estadístico, de la evaluación de una temperatura constante a las larvas de 32°C, desde la introducción de los huevos al laboratorio hasta la eclosión del mismo.

Tabla 4 Evaluación de una temperatura constante a 32°C

Porcentaje promedio de machos	Porcentaje promedio de hembras	P<α
0.82± 0.0017 ^a	0.18± 0.0019 ^b	0.0001

Prom ± D.S.: Los promedios son el resultado de 50 replicas por tratamiento. ^{a,b}: Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias estadísticamente significativas (p<005), según Tukey.

De acuerdo a la tabla 04, podemos ver que fue el tratamiento donde se obtuvo una mayor diferencia estadísticamente significativa, y donde el mayor grado de

temperatura a la cual se sometió las larvas y donde se obtuvo un mayor porcentaje de machos.

Al evaluar los resultados de la tabla 4 con lo reportado por Rougeot., *et al.*, (2008) a una temperatura similar, si se ve una diferencia significativa en sus resultados en el porcentaje de machos comparativamente con las tablas 1 y 2 respectivamente, pero comparando este estudio y el de Rougeot., *et al.*, (2008) todavía no alcanzan el porcentaje de machos del 95% citado por(Guerrero,1979, citado en Vidal; *et al* 2008) Es evidente que la temperatura tiene un efecto sobre el porcentaje de machos evaluando la tabla 4 con un 82% de machos en una explotación comercial sigue siendo bajo, se podría calificar como aceptable el porcentaje de machos de este tratamiento.

TABLA 05 RESUMEN COMPARATIVA ENTRE TRATAMIENTOS

	Tto 25°C	Tto 28°C	Tto 30°C	Tto 32°C
Machos	57%	57%	76%	82%
Hembras	43%	43%	24%	18%

Prom ± D.S.: Los promedios son el resultado de 50 replicas por tratamiento. ^{a,b,c}: Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias estadísticamente significativas (p<005), según Tukey.

De acuerdo a la anterior tabla5 resumen, podemos observar que en los resultados de la tabla 1 y tabla 2 no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas y la implementación de esta metodología en explotaciones comerciales no sería lo ideal porque no sería competitivos por el bajo porcentaje de machos.

Los resultados de la tabla 3 y tabla 4 fueron los tratamientos que obtuvieron una diferencias estadísticamente significativa, pero a pesar de ver el efecto de la temperatura sobre el porcentaje de machos en estos tratamiento, el único que se

Podría implementar en una explotación comercial y con un desempeño aceptable sería el de los resultados de la tabla 4.

Analizando los resultados de los diferentes tratamientos realizados en este estudio, comparativamente con el mencionado por (Guerrero,1979, citado en Vidal; *et al* 2008) donde indican que se deben obtener progenies con un mínimo del 95% de machos. Es evidente que toca seguir estudiando diferentes temperaturas, hasta obtener dicho porcentaje para así mismo implementarla en diferentes explotaciones comerciales.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que:

- Se logro determinar que la temperatura tiene un efecto directo sobre el porcentaje de machos, y a medida que aumenta la temperatura el porcentaje de machos aumenta.
- La reversión por temperatura es una herramienta importante para evitar la implementación de hormonas en producciones comerciales, y de esta manera poder obtener productos más inocuos que podrán ser comercializados en mercados estrictos como lo es el europeo.
- De acuerdo a los resultados se podría concluir que para poder obtener un mayor número de machos por medio de la temperatura, se deben someter las larvas a temperaturas no inferiores a los 30°C.
- La temperatura es un buen mecanismo para la producción de alevinos monosexo, obteniendo óptimos valores en el porcentaje de machos.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo experimentado en este estudio y las condiciones en las cuales se trabajo, se recomienda:

Realizar más estudios experimentales como este, donde se evalué si al someter a las larvas de tilapia roja a temperaturas más altas se puede obtener un mayor porcentaje de machos que sea más eficiente y así poder ser más competitivos, teniendo en cuenta que la temperatura no vaya a afectar morfológicamente o afectar algún parámetro zootécnico la producción de alevinos.

Comparativamente el estudio de Baras., *et al.*, (2000), donde obtuvo con temperatura de 37°C rangos entre lo 78- 100% de machos, en base a mi estudio donde el mayor porcentaje de machos fue a una temperatura de 32°C obteniendo un 82%, es evidente que a medida que se va aumentando la temperatura, vamos aumentando el porcentaje de machos, y esto es una herramienta muy importante ya que podríamos producir tilapia libre de hormonas y así poder incursionar en mercados europeos.

9. BIBLIOGRAFÍA

Arboleda D., 2005. Reversión sexual de las Tilapia Roja (*Oreochromis Sp*), una guía básica para el acuicultor (sexual reversion of the red Tilapias (*Oreochromis Sp*),a basic guide for acuculture. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ISSN 1965- 7504. Vol. VI, N° 12.

Baras E., Jacobs B., Me´lard Charles., 2000. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed XX – XY / progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 192, pp.187–199.

Bezault E., Clota F., Derivaz M., Chevassus B., Baroiller J., 2007. Sex determination and temperature-induced sex differentiation in three natural populations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) adapted to extreme temperature conditions. *Aquaculture* 272S1 S3–S16.

Prieto C., Olivera M., 2002. Incubación artificial de huevos embrionados de Tilapia Roja *Oreochromis sp*. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 15: 1.

- Pulido A., Iregui C., Figueroa J., Klesius P., 2004. Estreptococosis en Tilapias (*Oreochromis spp.*) cultivadas en Colombia. Revista AquaTIC, nº 20, pp. 97-106.
- Rougeot C., Prignon C., Ngouana Kengne C., Mélard C., 2008. Effect of high temperature during embryogenesis on the sex differentiation process in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 276, pp. 205–208.
- Tessema M., Müller-Belecke A., Hörstgen-Schwark G., 2006. Effect of rearing temperatures on the sex ratios of *Oreochromis niloticus* populations. Aquaculture 258 pp.270–277.
- Vidal J., Contreras W., Álvarez C., Hernández A., Hernández U., 2008. Técnicas de reversión sexual Aplicadas en Acuicultura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Wessels S., Hörstgen-Schwark G., 2007. Selection experiments to increase the proportion of males in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by means of temperature treatment. Aquaculture 272S1, pp.S80–S87.