

INTRODUCCION.

Debido al crecimiento acelerado de la población en los últimos años, el hombre se ha visto en la necesidad de buscar nuevas fuentes de proteína de origen animal tal es el caso de la acuicultura.

La acuicultura es una alternativa de producción, ya que existen especies de peces que se adaptan a diversas condiciones de cultivo como el de la tilapia.

La carne de pescado tiene un nivel mucho más elevado de proteína que las carnes rojas, además de ser baja en colesterol, el cual es un problema de salud en la actualidad.

Los valores promedio de estos parámetros cada 100 gramos de carne son: 19,6 gr. de proteína, 172 calorías y 1,29 gr. de lípidos (Castillo, 1994)

La tilapia es un pez que ocupa el primer lugar en cuanto a producción a nivel nacional de los peces cultivados, ya que se adapta a diversas formas de cultivo ya sea en estanques, jaulas, cuerpos de agua naturales (arroyos, ríos, etc.).

En la actualidad esta ocupando un lugar de gran importancia la cría artificial de tilapia roja, debido a su gran aceptación en el mercado por sus características organolépticas como son: sabor, color, consistencia de la carne, etc. Además de su disponibilidad en el mercado en todo el año ya que en esta especie no hay veda. Actualmente se utiliza como una fuente de proteína para la gente de comunidades rurales, ya que este pez es muy rústico y se desarrolla en cuerpos de agua naturales.

Como en toda explotación pecuaria, la alimentación es la que ocupa el mayor porcentaje de la inversión. Es por esto, que el hombre se ve en la necesidad de buscar la manera en la cual los peces sean lo más eficientes posible.

En las engordas de todo tipo de animales las mejores conversiones de alimento a carne se obtiene en los machos, y además mayor masa muscular, siendo las hembras las menos eficientes para la utilización del alimento, a excepción de la trucha donde es más eficiente la hembra.

Es por lo anterior que se requieren del uso de técnicas con las cuales se obtenga un mayor porcentaje de machos, siendo la reversión sexual una de ellas.

La reversión sexual consiste en transformar a las crías que genéticamente son hembras, en machos funcionales. Para esta se emplea un método de inducción hormonal con testosterona aplicada en alimento los primeros 28 días después de nacidos (Delgadillo, 1998).

La reversión sexual se hace con el fin además de obtener peces finalizados en menor tiempo y a la vez controlar la reproducción en los estanque de engorde o crecimiento, ya que son muy precoces, lo que los pone en desventaja comercial.

OBJETIVOS.

1. Definir la mejor tasa alimenticia y frecuencia alimenticia con la cual se obtenga el mayor % de machos utilizando alimento con hormona.
2. Ver en cual de los cuatro tratamientos se obtienen los mejores incrementos de peso o eficiencia alimenticia.

HIPÓTESIS.

1. Con el uso de mayor frecuencia alimenticia se obtienen los mayores porcentajes de machos y los mayores incrementos de peso.

REVISION DE LITERATURA.

ANTECEDENTES.

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es originaria del África. La mayor distribución mundial de los cíclidos se localiza entre los trópicos de Cáncer y Capricornio en América desde México, Centro y Sudamérica hasta el río de la Plata. Son de hábitos omnívoros, fitófagos, con tendencia a carnívoro, la cual fue introducida a México en 1960 como son: *Tilapia nilotica*, *Tilapia melanopleura*, *Tilapia aurea* y *Tilapia mossambica* importadas de EUA al centro acuícola de Temascal Oaxaca, adaptandose perfectamente a ese lugar.

Los primeros ejemplares de *Oreochromis niloticus* se trajeron de Panama en 1976, siendo introducidos en el centro acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo y luego fueron enviadas al centro acuícola de Temascal, Oaxaca, (Morales, 1974).

En 1986 se trajeron ejemplares de *Oreochromis niloticus* de color rosado y normal.

La adaptación de la tilapia a nuestro país es exitosa en las zonas tropicales de los estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Sinaloa.

Las especies manejadas en nuestro país son: *Tilapia melanopleura* (rendalli), *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis urolepis hornorum* y *Oreochromis mossambicus*, (Arredondo- Figueroa 1975).

Datos biológicos.

Morfología externa. Presenta un orificio nasal en cada lado de cabeza. El cuerpo es generalmente comprimido y a menudo discoidal, raramente alargado. Los machos tienen la cabeza más grande que las hembras. Las aletas dorsal y anal es corta y consta de varias espinas, que en el macho suelen estar fuertemente pigmentadas. Presentan escamas de tipo cicloideo. El número de vértebras puede ser de 8 a 40 (Figura 1). (Liem, 1974).

Morfología interna. Inicia en la boca la cual presenta en su interior dientes mandibulares que pueden ser unicuspides, bicuspides y tricuspides continuando con el esófago y el estómago e intestino.

El intestino es siete veces más largo que la longitud del cuerpo, esto es común en las especies herbívoras. Presenta dos glándulas muy importantes, una de ellas es el hígado que junto a él se encuentra la vesícula biliar. La otra glándula digestiva es el páncreas.

El sistema circulatorio está constituido por el corazón localizado en la base de la garganta. La respiración de las tilapias se hace por las branquias, se localizan en la parte opercular.

Poseen una vejiga natatoria que se encuentra en la columna vertebral, la cual le sirve para flotar a diferentes profundidades.

El sistema excretor esta constituido por un riñón que es un filtro en forma ovoide que presenta un solo glomerulo.

El aparato reproductor esta constituido por un par de gónadas. En las hembras, los ovarios son de forma alargada y tubular de diámetro variable. En el macho los testículos también son pares y están situados por arriba del hígado y por debajo de la vejiga natatoria (Figura 2). (SEPESCA, 1994)

Características del agua de abastecimiento:

- **Temperatura**

Máxima: 36°C.

Mínima: 18°C.

Optima: entre 20 y 30°C.

- **Oxigeno Disuelto**

Mínimo: menor a 2 ppm. (partes por millón) a la salida del estanque.

Optimo: mayor a 3 mg/l .

- **Otras características**

pH: rango aceptable 6,5 a 8,5.

Alcalinidad total 100 a 200 mg/1.

Dureza total 20 a 350 mg/1.

Nitritos menor a 0,1 mg/1.

Nitratos menor a 10 mg/1.

La demanda de machos juveniles de Tilapia para sembrar estanques de reproducción ha aumentado significativamente en los últimos cinco años. Nuevas tecnologías de producción son necesarias para tener un abastecimiento adecuado a las demandas existentes y futuras de peces juveniles. Una de estas es la reversión hormonal.(Wicki y Gromernida, 1997).

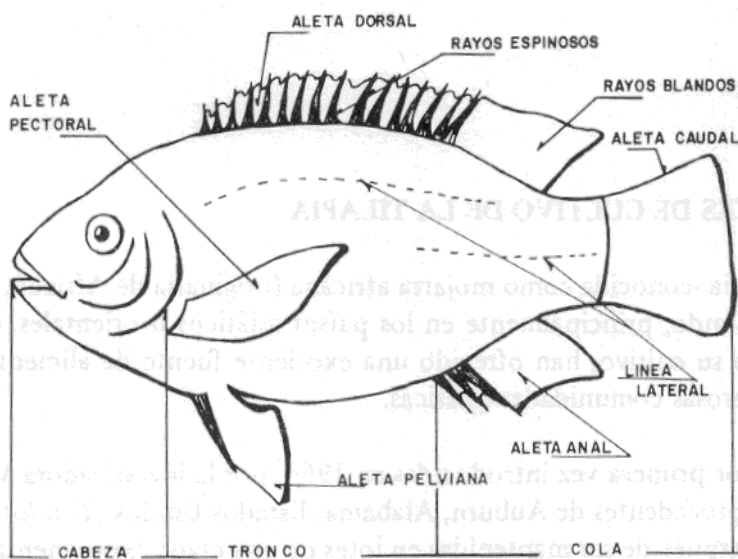


figura 1: Morfología externa de la tilapia.

(SEPESCA, 1994)

Vejiga natatoria

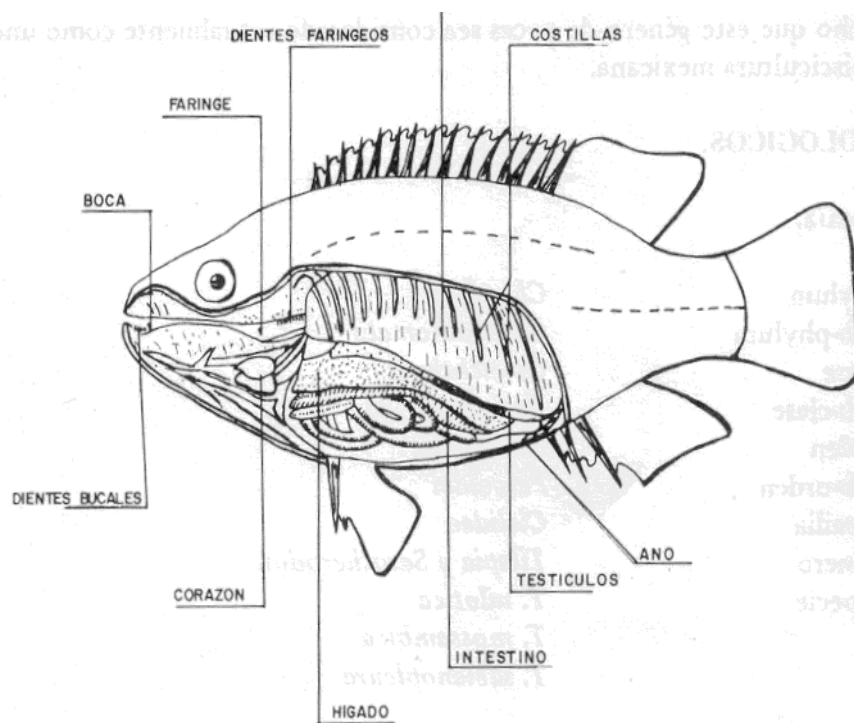


figura 2: Morfología interna de la tilapia.

(SEPESCA, 1994)

Delgadillo (1998), hace mención de que la reversión sexual es una técnica que consiste en transformar a las crías que genéticamente son hembras, en machos funcionales. Para este propósito se emplea un método de inducción hormonal con testosterona aplicada durante los primeros 28 días después de nacer.

El alfa - metil - testosterona es una hormona que se vende en polvo y es soluble en alcohol.

Este investigador recomienda utilizar 40 mg de esta hormona por cada kg. De alimento. Si se acostumbra utilizar alimentadores automáticos durante mas de 8 veces al día. Si sólo se va alimentar 3 veces al día, 60 mg por kg de alimento es adecuado. Usar mas hormona origina el riesgo de feminizar todo el lote.

Método.

- un kg de alimento balanceado en forma de harina con 45 % de proteína
- 40 mg de 17-alfa-metil-testoteron.
- 250 ml de alcohol puro de caña
- 750-950 ml de agua.

Dar el 6 % de su biomasa en los primeros 30 días, lo cual garantiza de un 90 a 100% de machos.

Ostimex (1997), menciona que debido a la efectividad de la reversión sexual, es posible obtener 98 % de machos, sin embargo, no deberá esperarse a la etapa de crecimiento para realizar el sexado manual, por lo que los alevines pasan directamente a la engorda.

Cabañas (1995), menciona que se han utilizado varias concentraciones de hormona y periodos de alimentación para producir machos de tilapia, por lo tanto, no es la concentración en el alimento, el factor limitante, sino la cantidad real de

hormona consumida. Esto depende de la tasa de alimentación y del consumo real de los alevines sobre la mezcla hormona - alimento. Una dosis individual recomendable para asegurar resultados es de 40 mg durante 30 días.

Guerrero, and Shelton (1974), ellos indican que la metodología para la reversión sexual es la siguiente:

- Se debe hacer en alevines menores a 11 mm de longitud
- Dar 60 mg de hormona 17 - alfa - metiltestosterona
- Este tratamiento debe ser de 21 a 28 días según la especie y la densidad de carga.
- Debe tener una temperatura constante durante el tratamiento, preferiblemente a 28 grados centígrados.

Se debe además suministrar alimento de calidad y cantidad adecuada.

Alimento.

- Debe tener 50 % de proteína
- Tamaño de partícula de 250 micras la primera semana. 350 micras para la segunda semana y máximo 50 micras para la tercera semana.
- Biometria semanal y control de tallas.

Tasa alimenticia.

- 30 % en la primera semana
- 20 % en la segunda semana
- 15 % en la tercera semana
- 5-10 % en la cuarta semana

Ración alimenticia

- dar 12 veces al día
- cada hora

Para tener un éxito del 100 % , es importante considerar otros factores como son:

Calidad del agua, calidad de la hormona, calidad del alimento, sanidad y calidad genética del pez.

En el centro acuicola jala, Colima de la SEMARNAP, se manejan dos tratamientos que permiten obtener de un 77 a 99 % de machos, y en algunos casos, hasta el 100 % de efectividad.

Método.

Tratamiento 1

01-07 días 20 % de tasa alimenticia
08-14 días 20 % de tasa alimenticia
15-21 días 10 % de tasa alimenticia
22-28 días 10 % de tasa alimenticia

Tratamiento 2

01-07 días 30 % de tasa alimenticia
08-14 días 20 % de tasa alimenticia
22-28 días 15 % de tasa alimenticia

El alimento diario se dosifica en un mínimo de 6 raciones: 08:00, 10:00,12:00, 14:00, 16:00 y 18:00. (Macintosh y Little, 1995)

Rocha (1994), realizó un trabajo sobre reversión sexual en *Oreochromis mossambicus* variedad roja aplicando diferentes dosis de hormona metil-etil-testosterona (0, 20, 30 y 35 ppm por kg de alimento) en alimento. Sexo el 10 % de los peces al los 30 días de edad con la técnica de corte histólogo y el 90% a los 60 días de edad por la técnica de observación visual. Para la realización de este trabajo utilizó 16 canaletas de fibra de vidrio. Cada tratamiento tenía 4 repeticiones, en cada repetición había 100 alevines.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos.

TRATAMIENTO	NIVEL DE HORMONA	FRECUENCIA ALIMENTICIA	TASA ALIMENTICIA (% DE BIOMASA)
T1	0	4	25
T2	20	4	25
T3	30	4	25
T4	35	4	25

Cuadro 2. Concentración de resultados.

TRATAMIENTOS	SOBREVIVENCIA	% DE MACHOS
T1	64	51.3
T2	48	61.9
T3	59	70.9
T4	57.5	85.8

Con los resultados obtenidos , concluye que la metil-etil- testosterona a una dosis de 35 ppm en el alimento tiene un buen efecto, para revertir sexualmente las gónadas de alevines de tilapia *Oreochromis mossambicus*.

Basavaradaja et al (1990), mencionan que para que halla una buena respuesta al tratamiento hormonal, los alevines deben tener las siguientes tallas: 8-10 mm de longitud. En su experimento ellos obtuvieron 100% de machos al aplicar 100 ppm de hormona (17α - metil-testosterona), mezclado en 1 kg de

alimento (harina de pescado). Alimentaron a los alevines los primeros 15 días a libre acceso y los siguiente 15 días se les asignó el 10 % de su biomasa. El tratamiento hormonal duró 30 días, después de este periodo los peces sobrevivientes se extrajeron de las canaletas para ser colocadas en estanques de concreto. Los peces fueron sexados a los 105 y 90 días de edad por características externas y examen de las gónadas, con un peso de 1.3 g a los 30 días y 66.33 g a la edad de sexado. La talla fue de 44 mm de longitud a los 30 días y de 160 mm de longitud a la edad de sexado.

Clemens e Islee (1968) y Guerrero (1979), reportan que la 17α metil-testosterona causa reversión sexual completa en *O. Mossambicus*.

En la India, Pandian y Varadaj (1986), reportan 100 % de masculinización en *O. mossambicus* alimentados con 20, 30 y 40 ppm de 17α metil-testosterona por 19 días.

Pandian y Varadaj (1987), mencionan que se puede producir 100% machos en esta especie empleando dietas que contengan 17α metil-testosterona a 5, 10, 20, 30 y 40 ppm por 10 días, dando el 10-30 % de su biomasa de alimento.

Macintosh et al (1985), mencionan que se pueden obtener arriba de 90 % de machos con dosis de 30 ppm, por 30 y 60 días con 10-30 % de niveles de alimentación.

Das et al (1986), observaron la reversión sexual parcial en *O. Mossambicus* y obtuvieron 55, 74, 75, 61 y 54 % de machos, aplicando dosis de 20, 40, 50 y 60 ppm de 17α metil-testosterona, respectivamente, por 40 días. La diferencia en la respuesta a la hormona por los alevines de tilapia puede atribuirse principalmente a sus tallas y edad.

Nakamura y Takahashi (1973), indican que el mejor periodo para aplicar el tratamiento hormonal es antes de la diferenciación gonadal, lo cual ocurre entre los 16 y 20 días de edad. Pandian y Varadaj (1987), observaron que se encuentran entre los 10 y 20 días postnacimiento.

En los niveles de 75 y 150 ppm, ocurre un mayor porcentaje de hembras debido a que se antagoniza la acción de 17α metil- testosterona, Clemens e Islee (1968).

McGeachin et al (1987). Mencionan que trataron alevines de 9-11 mm de *O. Aureus* por 22 días con altos niveles (60-120 ppm) de 17α metil- testosterona, así como 17β - etiltestosterona y obtuvieron 96-100 % de machos.

Nakamura (1975), establece que a altas dosis de 17α metil-testosterona (1000 ppm en dietas por encima de 40 días) puede tener efectos de feminización los que son genéticamente machos en *O. Mossambicus* y opinan que su acción sólo toma lugar cuando son alevines.

Según Morales (1991), la manera de sexar peces es la siguiente:

1.- Sexado manual: Consiste en la revisión manual y visual externa de las gónadas, como se observa en la fig. 3. Esto sin embargo, requiere que los organismos sean mayores en crecimiento, determinándose un mes después de haber finalizado, el tratamiento hormonal.

2.- Sexado por la técnica del "Squash" teñido con aceto-carmín.

Este método se utiliza cuando se requiere saber con prontitud, el porcentaje de machos, una vez finalizado el tratamiento con las hormonas. En este caso es necesario, sacrificar algunos organismos, para extraerles las gónadas. La muestra será, representativa de los organismos tratados.

El colorante se prepara, agregando 0.5 g de carmín en 100 ml. De ácido acético al 45%, dejándose hervir por espacio de 2 a 4 minutos. Se deja enfriar la solución, para después filtrarla con papel filtro, removiendo este material de sustancias gruesas.

Extracción de las gónadas

Para extraer las gónadas de los peces, se recomienda primero practicar con organismos grandes, antes de intentarlo con pequeños.

Las gónadas se localizan, con la ayuda de un microscopio de disección, haciéndose un corte con un bisturí a nivel de vientre.

Después de quitar las vísceras las gónadas aparecen generalmente casi en contacto, con la porción ventral de la vejiga natatoria.

El tejido testicular va apareciendo como un hilo, conforme se va observando a medida que se avanza caudalmente.

Las gónadas se extraen con sumo cuidado, usando pinzas de disección. Son montadas en un portaobjetos; se les agrega unas gotas de aceto-carmín para después, colocar un cubreobjetos, haciendo presión con este "El Squash". Si el tejido tomado es grande y grueso, deberá usarse otro portaobjetos, en lugar del cubreobjetos, debiendo espaciar el material antes con una aguja de disección.

Las muestras se examinan con un microscopio de disección o compuesto, utilizando los aumentos según se trate de 25 a 100 X.

El aceto-carmín, es rápidamente absorbido por el tejido gonadal.

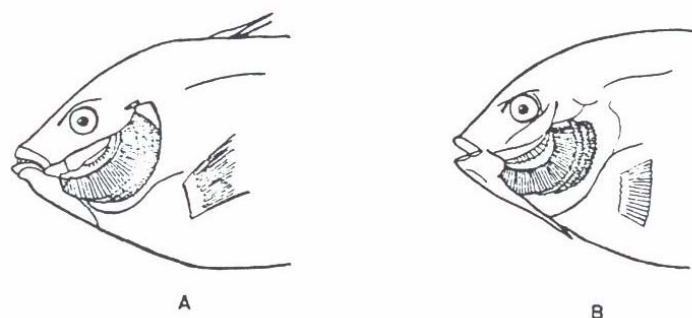
Las diferencias de absorción por las diferentes estructuras de la gónada, permite un contraste distinto entre las células sexuales en desarrollo, y el tejido conectivo circundante.

El tejido ovárico es identificado por la presencia de "oocitos", con los núcleos ligeramente teñidos, y rodeados por citoplasma más oscuro.

El tejido testicular, es un poco más difícil de identificar, sin embargo en las capas tempranas de "espermatoцитos" en desarrollo, pueden ser observadas en el tejido circundante.

El método descrito, es factible de utilizarse tanto en especímenes frescos, como en aquellos fijados en formol y almacenados en alcohol.

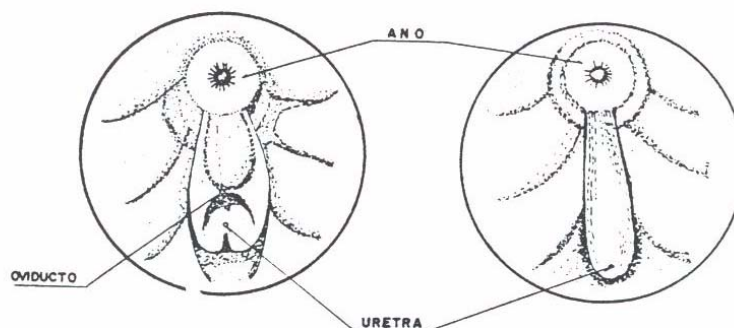
menos fácil de ver.



— BRANQUIESPINAS Y LAMINAS BRANQUIALES.

A — Cabeza de *Tilapia nilotica* con el opérculo removido para mostrar las branquiespinas. Hay 23 en el arco branquial.

B — Cabeza de *Tilapia rendall*. Hay 10 branquiespinas en el arco branquial.



TILAPIA NILOTICA (LINNAEUS)
ORIFICIOS GENITALES DE LA HEMBRA
(IZQUIERDA) Y DEL MACHO (DERECHA)

Figura 3: Diferenciación de un macho y una hembra (SEPESCA, 1994).

MATERIALES Y METODOS

Localización.

El presente estudio se esta realizó en el centro acuicola "la Rosa" , municipio de General Cepeda, Coahuila. Se encuentra a 43 km de Saltillo, por la carretera Saltillo-Torreón, y a un km de terracería con dirección Norte. Sus coordenadas geográficas son: 101° 20' 41" de Longitud Oeste y 25° 30' 17" Latitud Norte. A una altura de 1260 msnm.

Clima.

De Acuerdo a Mendoza (1983), la clasificación climática del centro acuícola corresponde a Bso hw(e), semicálido con invierno fresco, muy extremoso, con distribución de lluvias en verano y sequía intrainvernal (canícula) y escasa precipitación invernal. Su precipitación anual es de 396.9 mm. La distribución pluvial durante el año es muy irregular con meses de abundancia o de escasez y periodos breves o prolongados de intensa sequía, registrándose una evaporación de 128.809 mm. su temperatura media anual es de 18 ° C.

Material utilizado:

- Redes de arrastre
- Cubetas y charolas de plastico
- Red cuchara
- Báscula semianalitica
- 4 canaletas de 250 lt.
- Manguera de 0.5"

- Oxímetro
- Cinta métrica
- Estereoscopio
- Azul de metileno
- Hormona 17- α metil-testosterona
- Alimento trucha iniciador

Variables a medir:

- ❖ % de machos
- ❖ incremento de peso
- ❖ mejor frecuencia alimenticia

Justificación.

Determinar si lo que se ha estado haciendo; en el centro acuicola es lo adecuado, o hay otra opción mejor.

Metodología.

Antes que nada se extrajeron los alevines de los estanques donde se encuentran los reproductores. Enseguida se contaron los alevines con el fin de obtener el total de individuos con que contábamos para dividirlos en 4 grupos para constituir los tratamientos, y posteriormente llevarlos a las canaletas donde permanecieron durante el tratamiento y al termino del mismo se trasladaron a 12 canaletas mas grandes (500 lt.), donde se metió cada tratamiento en tres canaletas.

Se hizo biometria semanal en el cual se tomaban muestras a las que se les media y pesaba. Se limpio diariamente las canaletas con mangueras.

El método utilizado, fue el muestreo al azar (Ostil B., 1981). Se tomaron 5 muestras de 10 gr cada una , enseguida se contó el numero de alevines que había en cada muestra . Una vez que ya se tenían los números de alevines de cada muestra se promedió. El dato obtenido se relaciono con el total de gramos con que contamos.

10 gr. de biomasa tuvieron 1126 alevines, el peso por alevín es de 0.0088 gr/alevín, las medidas fueron de 8 a 10 mm de longitud.

53 gr de biomasa = 6000 alevines

La primera semana se le asigno el 30 % de su biomasa a todas las canaletas, ósea 16 gr de alimento por canaleta

Cuadro 3. Datos de la primera semana.

TRATAMIENTOS	FREC. ALIMENT.	CANT./RACION	ALIM.TOT./DIA	ALIM. TOTAL/SEM.
T1	8	ADL	ADL	ADL
T2	8	2.0 gr.	16.0 gr.	112 .0 gr.
T3	6	2.7 gr.	16.2 gr	113.4 gr.
T4	5	3.2 gr.	16.0 gr	112.0 gr

ADL: A libertad.

Durante la segunda semana se asignó diferente cantidad de alimento. Al testigo se le dio alimento de la misma manera, al T1 se le dio el 30 % y al T2 y T3 se les asigno el 25 % de su biomasa.

Cuadro 4. Datos de la segunda semana.

TRATAMIENTO S	FREC. ALIMENT.	CANT. /RACION	ALIMENTO TOTAL/ DIA	ALIMENTO T OTAL/ SEM.
T1	8	ADL	ADL	ADL
T2	8	5.7	46	322 gr.
T3	6	5.3	32	224 gr.
T4	5	6.6	33	231 gr.

Durante la tercera semana se le dio al T1 el 25 % y a los demás tratamientos el 20 % de su biomasa.

Cuadro 5. Datos de la tercera semana

TRATAMIENTOS	FREC. ALIMENT.	CANTIDAD/RACION.	ALIMENTO TOTAL / DIA	ALIMENTO TOTAL/SEM.
T1	8	ADL	ADL	ADL
T2	8	10.5	84	588.0 gr
T3	6	7.4	44.4	310.8 gr.
T4	5	7.4	37	259.0 gr.

El alimento utilizado para alimentar a los alevines se le aplico hormona (trucha iniciador harina con 50 % de proteína) 17 α metil-testosterona.

Forma de preparar el alimento:

- ❖ 1kg de alimento
- ❖ 60 mg de hormona por kg de alimento
- ❖ 500 ml de alcohol
- ❖ refrigerador

Una vez diluida la hormona en el alcohol se mezclo con el alimento y el agua, se seco en el ventilador y se refrigero.

Se registró diariamente lo siguiente.

- ❖ Temperatura en °C del agua y temperatura ambiental
- ❖ Oxigeno en ppm
- ❖ Se limpió la canaleta diariamente
- ❖ Se registró la mortalidad

Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar, en el cual las variables dependientes fueron el peso y el porcentaje de machos. Se utilizó este diseño por que todas las repeticiones estaban juntas, en donde se tomo como repetición las muestras que se tomaron, que fueron quince por tratamiento. Una muestra estuvo formada de 10 alevines de los cuales se tomo sólo el peso y sexo de los mismos.

La forma en que se están dando los tratamientos es la siguiente:

Cuadro 6. Tratamientos

TRATAMIENTO	NO.DE ALEVINES/CANALETA	FRECUENCIA ALIMENTICIA	TASA ALIMENTICIA SEMANA 1	TASA ALIMENTIC. SEMANA 2	TASA ALIMENTIC. SEMANA 3
T1	4995	8	ADL	ADL	ADL
T2	6000	8	30%	30%	25%
T3	6000	6	30%	25%	20%
T4	6000	5	30%	25%	20%

Frecuencia alimenticia, se refiere al número de veces que se les da de comer a los alevines al día.

Tasa alimenticia, se refiere al porcentaje de alimento que se les da basándose en su biomasa.

RESULTADOS.

El sexado se realizo a los 142 días, en donde se tomaron quince muestras de cada tratamiento los cuales se consideraron como repetición. Se sexaron por medio de la técnica de observación visual ayudándose con azul violeta para marcar bien la estructura urogenital y con el apoyo de un estereoscopio en aquellos animales que no se les distinguía fácilmente su estructura genital. Las características que presentaron los alevines al término del tratamiento y a los 142 días son las siguientes:

Cuadro 7. Concentración de datos obtenidos en la presente investigación.

PARAMETROS	T1	T2	T3	T4
ALEVINES/TRATAMIENTO	4995	6000	6000	6000
ALEVINES AL TERM. TRAT.	2856	5207	4619	4359
% DE SOBREVIVENCIA	57	87	77	73
PESO A LOS 21 DÍAS	0.065	0.090	0.074	0.085
LONGITUD A 21 DÍAS EN (mm)	13	16	15	15
PESO AL SEXADO (g)	5.79	7.24	7.21	5.62
LONGITUD AL SEXADO(mm)	70	75	75	70
% MACHOS	99.33	98	100	100
% HEMBRAS	0.67	2	0	0
T° DEL AGUA DURANTE EL TRATAMIENTO	22.9	22.9	22.9	22.7

Temperatura ambiente promedio durante el tratamiento:

máxima: 28 °C

mínima: 18 °C

promedio: 23 °C

Los resultados obtenidos fueron analizados con el diagrama estadístico SAS (SAS, 1990).

El análisis de varianza muestra alta diferencia significativa ($P > 0.0001$) para la variable peso y no ocurriendo lo mismo para % de machos, lo cual indica que los tratamientos tuvieron efecto para esta variable.

La prueba de medias TUKEY nos da cuatro grupos diferentes para la variable peso a, b, c y d. Siendo el mejor tratamiento el $t_2 = 0.090$ gr. Seguido por $t_4 = 0.085$, $t_3 = 0.074$ y $t_1 = 0.065$ gr.

Cuadro 8. Prueba de TUKEY para la variable peso.

MEDIAS	N	T
0.090 a	15	2
0.085 b	15	4
0.074 c	15	3
0.065 d	15	1

Para la tasa alimenticia hubo alta diferencia significativa ($P > 0.0001$) en la primera semana del tratamiento. La prueba de TUKEY nos dio dos grupos estadísticos A y B, siendo la mejor tasa la de 30% seguida por la de 20 %.

Cuadro 9. Prueba de TUKEY para la variable tasa alimenticia para la semana 1.

MEDIAS	N	S1
0.083 a	45	30
0.065 b	15	20

Para la segunda semana también hubo alta diferencia significativa ($P > 0.0001$). La prueba TUKEY muestra alta significancia cuando se utiliza 30-25,

30-20, 25-30, 25-20, 20-30 y 20-25, ordenado de la mejor tasa alimenticia a la menos indicada.

Para la tercera semana hubo alta diferencia significativa ($P > 0.0001$). La prueba TUKEY nos da dos grupos estadísticos A y B siendo la mejor tasa alimenticia la de 25% seguida por la de 20 %.

Cuadro 10. Prueba de TUKEY para tasa alimenticia en la semana 3.

MEDIAS	N	S3
0.090 a	15	25
0.074 b	45	20

En cuanto a las frecuencias alimenticias según el análisis de varianza hubo alta diferencia significativa ($P > 0.0001$). La prueba TUKEY nos muestra el siguiente orden de diferencias significativas entre una frecuencia y otra: 5-8, 5-6, 8-5, 8-6, 6-5 y 6-8, siendo las mejores la de 5 y 8.

DISCUSIÓN.

En esta investigación se observó que en el porcentaje de machos no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), puesto que todos los tratamientos no tuvieron buen efecto para esta variable. En el t1 se obtuvo 99.33 % de machos donde se dio una frecuencia alimenticia (FA) de 8 veces y no se le dio una tasa alimenticia (TA) calculada, sino que fue al tanteo; en el t2 se obtuvo un 98 % de machos donde se le asignó una FA de 8 veces y una TA de 30, 30 y 25 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y 3 respectivamente, resultados similares a los obtenidos por Ostimex (1997) y a los de Macintosh y Little (1995) y por último en el t3 y t4 se obtuvo un 100 % de machos cuando se dio en el t1 una FA de 6 veces y una TA de 30, 25 y 20% de su biomasa en la semana 1, 2 y 3 respectivamente y en el t4 donde se dio una FA de 5 veces y una TA de 30, 25 y 20 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y 3 respectivamente, resultados similares a los obtenidos por Basavaradaja et al (1990) y otros autores como Guerrero y Shelton (1974) y Pandian y Vartadaj (1986 y 1987).

Con los resultados obtenidos podemos decir que podemos recomendar cualquier tratamiento para la reversión sexual, pero hay algunos que requieren de un mayor gasto por lo que la mejor tasa y frecuencia alimenticia es la del t4 puesto que se obtiene un 100% de machos dando una TA de 30, 25 y 20 % de su biomasa y una FA de 5 veces.

Con respecto a la variable peso hubo alta diferencia significativa ($p > 0.0001$), obteniéndose en t1 0.065 gr. cuando se dio una FA de 8 veces y una TA no calculada ósea al tanteo, en el t2 se obtuvo un peso de 0.090 gr. cuando se asignó una FA de 8 veces y una TA de 30, 30 y 25 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y 3 respectivamente, en el t3 se obtuvo un peso de 0.074 gr. donde

se asignó una FA de 6 veces y una TA de 30, 25 y 20 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y 3 respectivamente y en el t4 donde se obtuvo 0.085 gr al cual se le dio una FA de 5 veces y una TA de 30, 25 y 20 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y 3 respectivamente, resultados muy diferentes a los obtenidos por Basavaradaja et al (1990), lo cual se le puede atribuir a las bajas temperaturas ya que la especie utilizada es de origen tropical, además de la duración del experimento de estos investigadores fue diferente.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente estudio, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se rechaza la hipótesis de que a mayor frecuencia alimenticia se obtendrían mayor % de machos puesto que en la de menor frecuencia alimenticia se obtuvo 100 % de masculinización.
- En cuanto a peso la frecuencia y tasa alimenticia si tienen efecto puesto que al dar mayor frecuencia y tasa alimenticia se obtuvieron los mejores pesos, como ocurrió en el t2 donde se dio una frecuencia alimenticia de 8 veces y una tasa alimenticia de 30, 30 y 25 % de su biomasa en la semana 1, 2 y 3 respectivamente al termino del tratamiento.
- La reversión sexual es muy importante ya que permite a los engordadores de tilapia meter a los peces a la engorda al término del tratamiento sin necesidad de esperarse al tamaño de sexado, ya que con los resultados obtenidos se comprueba de que si es factible realizarla.
- Respecto a la temperatura se comprobó que no tiene efecto en la efectividad de la reversión sexual, pero si en el crecimiento puesto que el desarrollo fue muy lento.
- El mejor tratamiento para % de machos fue el t4 puesto que se obtuvo el 100% de machos, dándoles una frecuencia alimenticia de 5 veces al día y una

tasa alimenticia de 30, 25 y 20 % de su biomasa en las semanas 1, 2 y tres respectivamente.

- De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que es mejor dar 5 veces al día que 8 puesto que la diferencia en peso es mínima, y al igual es mejor dar las tasas alimenticias de 30, 25 y 20 % de su biomasa que las de 30, 30 y 25 % puesta que la diferencia de peso de los peces es mínima, por lo que se gasta mas tiempo y alimento, el cual no se justifica.

BIBLIOGRAFIA:

Arredondo-Figueroa, 1975. Algunos aspectos sobre la taxonomía de la tilapia. *Piscis*, 1(2): 24-28.

Basavaradaja, N. Nandeesh, M. C. Varghese, T. J. and Kesvarath, P. 1990. Effect of feeding high levels of 17α methyltestosterone on the sex ratio and growth sizes of *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Indian Journal of Animal Sciences* 61(7): 776-779.

Cabañas, L. P. 1995. Diseño y operación de un sistema intensivo de cultivo de crías de tilapia (*Oreochromis* spp.). Tesis de Lic. UNAM. México. 66 pp.

Castillo C., L.F. 1994. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. Comarpez Ltda. Revista acuatic no. 2 (febrero). Cali, Colombia.

Clemens, H.P. and Islee, T. 1968. The production of unisexual broods by tilapia *mossambicus* sex reversed with methyltestosterone. *Transactions of American Fisheries Society* 92(1) :18-21.

Das, P. Mukhopadyay, M.K., Das, K. M. and Pandit, P. K. 1986 Gonadal sex manipulation of *Oreochromis mossambicus* (Peters). Proceedings of EIFAC symposium on selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture of Fish and Shellfish for Consumption and Stocking. Boreaux (France).

Delgadillo, S. M., 1998. Sincronización de la producción de *Oreochromis mossambicus*, su reversión sexual y alevinaje a escala comercial. Taller: La planta

experimental de producción Acuícola a cinco años de su creación. UAM-I. pp. 67-75.

Guerrero, R. D. III and L. A. Guerrero, 1998. Fasibility of commercial production of sex reversed Nile tilapia fingerlings in the Philippiines. In the second internartional Symposium on tilapia in Aqueculture. Iclarm Conference Proceedings 15. Philippines. Pp. 183-186.

Guerrero, R. R and W. L. Shelton, 1974. An acetato-carmines squash for metod for sexin juvenil fishes. Prog. Fish. Cult. 36 (1): 56.

Guerrero, R.D. 1979. Culture of male tilapia mossambicus produced thoughartificial sex reversal. Advances in aquaculture pp. 166-68. (Eds) Pillay T. V. R. And Dill, W. A. Fishing News Book Lts, Famham.

Liem, K. F. 1974. Evolutionary strategies and morphological innovation. Cichlids pharyngeal jaws. Sys. Zool. 22: 425-441

Macintosh, D. J., Varghese, T. J. and Satyanarayana, Rao, G. P. 1985. Honmonalsex reversal of wil-spawned tilapia in India. Journal of fish biology 26:99-108.

Macintosh, D.L. and Little, D.C. 1995. Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: N.R. Bromage and R.J. Roberts (Editors). Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell Science, London. p. 277-320.

Mcgeachin, R. B., Robinson, E. H. and Neill, W. H. 1987. Effect of feeding high levels of androgens on tha sex ratio of *Oreochromis aureus*. Aquaculture 61:317-21.

Mendoza, H. S. M. 1983. Diagnostico para la zona de influencia de la U.A.A.A.N.. Agrometeorologia. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Pp. 6-10.

Morales D. A. 1991. La tilapia en México " Biología, Cultivo y Pesquería". Primera edición. Pp. 60-65.

Morales, D. A. 1974. El cultivo de la tilapia en México. Datos biológicos. Instituto nacional de pesca. INP. Pp. 25.

Nakamura, M. 1975. Dosage-dependent changes in the effect of oral administration of methyltestosterone on gonadal sex differentiation in tilapia *mossambicus*. Bulletin of the faculty of fisheries, Hokkaido University 26:99-108.

Nakamura, M. and Takahashi, M. 1973. Gonadal sex differentiation in tilapia *mossambicus*, with special regard to the time of oestrogen treatment effective in inducing complete feminization of genetic females. Bulletin of the faculty of fisheries, Hokkaido University 24:1-13

Ostil B. 1981. Estadística aplicada. Editorial LIMUSA. Séptima reimpresión. Pp. 94.

Ostimex, 1997. Proyecto de un tanque-arena para la Reproducción de tilapia en Zoza, Mpio. De Alfajayucan, Hgo. México. Pp. 17-97.

Pandian K. and Varadaj, T. J.. 1986. Monosex male broods of *Oreochromis mossambicus* produced through artificial sex reversal with 17 α -methyl-4-androsten-17 α -OI-3-one (Abstract). Symposium on Conservation and Management of Fish Genetic Resources of India, National Bureau of Fish Genetic Resources, Allahabad (India).

Pandian, T. J. and Varadaj, K. 1987. Techniques to regulate sex ratio and breeding in Tilapia. *Current Science* 56: 337-43.

SAS, 1990. *SAS User's Guide: Statistics*. Versión 6, 4ª. Edición. SAS inst. inc., Cary, N. C.

SEPESCA, 1994. Desarrollo científico y tecnológico del banco de genoma de tilapia. Secretaría de pesca, México, D. F. Pp. 89.

SEPESCA, 1994. *Piscicultura rural*. 1ª. Edición. Instituto Nacional de Pesca. México D.F. Pp. 12.

Rocha, R. R. 1994. Utilización de Metil- etil-testosterona como inductor de la reversión sexual en tilapias *Oreochromis mossambicus*, variedad roja, en el centro acuícola: "Vicente guerrero" de Abasolo Tamaulipas. Tesis de Lic. UAT. CD. Victoria, Tamaulipas, México. PP. 55

Wicki, G. A. y Gromenida, N., 1997. Estudio de desarrollo y producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista acuatic* no. 14 (enero), Buenos Aires (Argentina), pp. 45.

