



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“DETERMINACIÓN DE CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN
Oreochromis niloticus, POSTERIOR A UN DESCENSO DE
TEMPERATURA”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

FRANCISCO JULIÁN SANTAMARÍA ALVARADO

Directora de Tesis: M. en N. A. Marcela Fragoso Cervón



México, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Determinación de crecimiento compensatorio en *Oreochromis niloticus*, posterior a un descenso de temperatura"

realizado por **Francisco Julián Santamaría Alvarado** con número de cuenta 9611808-3

quién cubrió los créditos de la carrera de **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

M. en N. A. Marcela Frago Cervón

Propietario

M. V. Z. Ana Estela Auró Angulo

Propietario

M. en C. María del Pilar Torres García

Suplente

M. en C. Antonio López Serrano

Suplente

Biól. Teresa Sosa Rodríguez

Consejo Departamental de

Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chavéz

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

"Dale un pescado a un hombre, y tendrá alimento para un día...

Enséñale a pescar, y tendrá alimento para toda la vida."

Confucio

Agradecimientos:

Gracias a Dios que continuamente me ha otorgado la oportunidad de superarme.

Gracias, M. en N. A. Marcela Fragoso Cervón, por asesorar mi Tesis, y hacer posible este trabajo, gracias por su amistad y apoyo.

Muchísimas gracias a mis sinodales y revisores de este trabajo, M. V. Z. Ana Auró Angulo, M. en C. Pilar Torres García, Biol. Teresa Sosa Rodríguez y M. en C. Antonio López Serrano. Gracias por su profesionalismo y experiencia académica, que me ha permitido desarrollar este proyecto, pero sobre todo gracias por su amistad.

De la misma manera, también quiero agradecer a los profesores del Taller de Cultivo de Camarón, José Latournerié, y Héctor Garduño, por su enseñanza y dedicación profesional, por que no sólo importa el esfuerzo realizado, siempre hay que llegar hasta el fondo.

Gracias Mamita, por haberme dado la vida, por inculcarme los valores que rigen mi existencia, gracias por toda la tolerancia, el esfuerzo, el sufrimiento, el cariño, la comprensión, el apoyo, las lágrimas y las risas... Gracias por ser mi Mamá...

Gracias Papá, por haberme apoyado en todo momento, desde el inicio de mi vida, buscando siempre lo mejor para nosotros... Gracias.

Gracias Toño por que no eres un hermano más... eres mi hermano, y eso significa mucho para mí... A pesar de que en ocasiones la situación es difícil y muy complicada, tú nunca te rindes, espero que eso nunca cambie y que siempre me consideres un hermano digno de ti...

Gracias Ena... Si pudiera volver a nacer y escoger otra hermana en tu lugar... Te escogería a ti, y no lo dudaría ni un segundo. Gracias por todo hermanita.

No tengo palabras suficientes para expresarle un agradecimiento realmente muy especial a Amor...

Gracias Norma Castillo, por que, con defectos y virtudes, has sido una amiga como pocas y con quién siempre puedo contar.

Gracias Fabi Soto: por tu amistad, por tu apoyo y por tu alegría contagiosa que levanta el ánimo de todos los que te rodean.

Gracias Oyuki, por tu amistad, que es muy importante para mí.

Gracias Ale Hernández, por tus sabios consejos, y por tu apoyo a lo largo de mi carrera.

Gracias Elisa, Realmente Muchísimas Gracias por Todo.

Gracias María Elena, por tu amistad.

Gracias Esther, por tu fe, que muchas veces nos sirve de inspiración a todos, por tu ejemplo, y obviamente, por tu amistad.

Gracias a Jorge Mejía, por que desde la primaria me brindaste tu amistad, y verdaderamente me has apoyado en las buenas y en las malas. Gracias Jorge.

Gracias a Ale y Diana Mora, por que su amistad siempre ha sido muy valiosa para mí. Gracias por demostrarme que los amigos no son de dicho sino de hecho.

Gracias Violeta, porque sin importar las presiones de la vida o las múltiples ocupaciones, tu sincera amistad siempre me ha apoyado.

Gracias Erika, por tu amistad y apoyo no solo en el CCH, también a lo largo de nuestro desarrollo profesional.

Gracias Araceli, por la amistad de tanto tiempo, espero que eso nunca cambie.

Gracias Tania, por que podemos perseguir un sueño, y pase lo que pase, podemos hacerlo realidad.

Gracias Paty, por tu amistad desinteresada, por el apoyo, la alegría... Gracias por todo Paty.

Gracias a María Elena Leyva, a Edith y a René, por habernos apoyado hace muchísimos años en el momento más vulnerable de nuestra vida, a nombre mío y de mi hermano...

Muchísimas Gracias.

Gracias a Vania, Ernesto, Omar y José por que empezamos la carrera juntos, siempre conté con su apoyo, y ustedes contaban con el mío, ahora, que cada quien sigue su vida, quisiera que esto continuara así sin importar donde nos encontremos.

También me parece muy importante agradecer a Edgar, Fabiola y Carlina, por su amistad, comprensión y apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis compañeros y amigos del Taller:

Miguel, Ricardo, Sybyl, Yamel, Diana, Carlos, Claudia, Enrique, por que cada día era una aventura... y también a Ricardo, Lalo, Erick, Martha y Sara, que siempre nos ayudaron desinteresadamente..

A mis compañeros de Servicio Social, Eugenia, Ramadán, Erica, Ricardo, Indolfo Jaime, Paty, y especialmente al Dr. Jaime Zaldívar, por que con ustedes aprendí lo que es realmente trabajar en el campo, muy lejos de la civilización, donde lo único que tienes es a ti y a tus compañeros, y que, a pesar de todo, gracias a todos el trabajo no solo fue eficiente, también fue muy agradable.

Y a mis compañeros de campo, Emma, Checo, Anizul, Leslie, y Sandra Smith, por haber hecho otra temporada inolvidable en Isla Isabel, lo cual me ha sido muy útil al momento de realizar otros proyectos, como es el caso de esta tesis.

A la tripulación del B/O "EL PUMA", por su valor y eficiencia en momentos de crisis...

Al Dr. Carlos Robinson, compañero y amigo, por el apoyo que me ha brindado.

A Ale Martínez, Marcela, Carlos y Jacsani, no solo por su amistad, también por que con ustedes aprendí mucho, especialmente cualidades que se aplican cuando uno trabaja en campo.

A Pedro y a Héctor, por haberme apoyado desinteresadamente con toda su experiencia, "Todo se lo debo a mi Jefe de Guardia..."

Al Gte. Omar Díaz Canche, por su orientación práctica y al Gte. Miguel, por su inspiración en el mundo laboral, que colaboraron en mi decisión de seguir adelante aprovechando las oportunidades que se me presenten.

Y a todos los que por falta de espacio no es posible mencionar, y que de una u otra forma colaboraron en la realización de mi carrera y de este proyecto, que no solo es mío, es de todos nosotros...

Muchas Gracias

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	15
JUSTIFICACIÓN.....	25
OBJETIVOS.....	26
HIPÓTESIS.....	26
MATERIAL Y MÉTODO.....	27
RESULTADOS.....	33
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
DISCUSIÓN.....	46
CONCLUSIÓN.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

RESUMEN

La apropiada explotación del Crecimiento Compensatorio puede incrementar la eficiencia alimenticia y la tasa de crecimiento de las especies cultivadas. El presente trabajo evaluó la capacidad de desarrollar Crecimiento Compensatorio en *Oreochromis niloticus* como respuesta a un descenso de la temperatura del agua. Se utilizaron 84 organismos divididos en tres tratamientos experimentales (denominados T1, T2 y T3 respectivamente) que fueron mantenidos durante dos semanas a 28°C. Al iniciar la tercera semana a T1 se le indujo un descenso controlado de temperatura a 20°C durante una semana. Para T2 el descenso fue de 20°C durante dos semanas. Y para T3 fue de 20°C durante tres semanas. Al concluir cada una de estas fases inmediatamente se incrementó la temperatura a 28°C hasta que finalizó el experimento. El grupo control (C) se mantuvo a 28°C durante las nueve semanas de duración de la investigación. Se logró el aislamiento de la temperatura como única variable fisicoquímica manipulada. Los organismos (marcados previamente) fueron alimentados con una dosis diaria del 3% de su peso vivo. Se realizaron biometrías semanales individuales que incluían la evaluación de la Longitud Total, la Longitud Patrón, la Altura, el Perímetro Torácico y el Peso Vivo. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por medio de la regresión lineal de cada tratamiento experimental, Y demuestran que la temperatura de 20°C no inhibe totalmente el consumo de alimento ni el crecimiento normal, pero también demuestran que *Oreochromis niloticus* posee la capacidad de desarrollar crecimiento compensatorio.

INTRODUCCIÓN

Historia de la Acuicultura:

El término acuicultura, que etimológicamente significa cultivo en el agua, Auró (2001) lo define como el uso de tecnologías y procedimientos encaminados al cultivo racional de los organismos acuáticos. La racionalidad involucra el cuidado del medio ambiente acuático, así como de los organismos, para lograr una producción sustentable.

Partiendo de pruebas arqueológicas, se sabe que los peces han tenido importancia como fuente alimenticia desde tiempos prehistóricos, especialmente para pueblos costeros o aquellos cerca de ríos o lagos. El hombre prehistórico atrapaba peces que nadaban superficialmente mediante lanzas o garrotes rudimentarios, y posiblemente con redes a los peces de aguas más profundas. Pero fue hasta el tiempo de auge del antiguo Egipto que se obtuvo conocimiento del mantenimiento y reproducción de los peces no solo con objetivo de alimentación sino por sus atributos ornamentales. Los egipcios preferían criar especies de tilapia con fines alimenticios, y conservaban mormiridos, a quienes reverenciaban como animales sagrados por su belleza. También hay testimonios que indican que las carpas doradas obtenidas mediante selección artificial, se remontan a la dinastía Tang de China (618 al 907 d. C), aunque existe la certeza de que éstas ya eran criadas durante la dinastía Song (970 al 1278d.C.). Sin embargo la carpa dorada llegó a Europa hasta fines del siglo XVII, y a Inglaterra hasta 1961, (Cifuentes *et al* 1990).

Las primeras noticias que se tienen de la acuicultura datan del año 2 000 a. C., tiempo en que los japoneses cultivaban ostras en sus zonas intermareales, actividad que, según Aristóteles, también se desarrolló en Grecia y según Plinio en Roma 100 años antes de Cristo, (Cifuentes *et al* 1990).

Introducción

En China, el erudito Fan-Li (actualmente conocido como el Padre de la Acuicultura) escribió el primer libro conocido sobre acuicultura en el año 475 a C., basándose en la experiencia obtenida al montar un cultivo en Wushi, provincia de Kiangsu, en la China Oriental. En aquella época también se desarrolló la acuicultura entre los pueblos egipcios, hindúes, persas y hebreos, que cultivaron peces en estanques bien diseñados, (Cifuentes *et al* 1990).

Posteriormente hay un lapso en el cuál no se cuenta con información y es hasta la Edad Media cuando, en los pergaminos dejados por la Iglesia, se informa que en los conventos de Europa se contaba con viveros de peces donde se lograron cultivar carpas, tinacas y lucios, desarrollándose técnicas para el cultivo de truchas que en la actualidad constituyen la base para el cultivo de esta especie, (Cifuentes *et al* 1990).

En el siglo XVIII el alemán Jacobi logró fecundar huevos de trucha y de salmón, publicando sus resultados en 1758, con lo que los pescadores franceses Joremy y Gehin en 1844 obtuvieron una considerable cantidad de alevines que utilizaron para repoblar. Por está razón, se considera que el inicio formal de la acuicultura se presentó en el siglo XVIII, cuando se logra la fecundación artificial de peces, que permitió aplicar criterios de selección genética, básicos para la cría de animales en cautiverio, y que en el siglo XIX se hace del dominio público, (Cifuentes *et al* 1990).

La acuicultura es considerada como una actividad del sector primario de la economía de México, esta ya era parte del mundo prehispánico en nuestro país aunque parece ser que se originó debido a las creencias religiosas y no a la producción de alimento, (Salinas 1995).

En México la necesidad de hacer más productivas sus aguas continentales provocó que

Introducción

en 1963; la Dirección General de Pesca por conducto de lo que entonces era el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras introdujera el 10 de Julio de 1964, 3 especies de tilapia, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis mossambicus* y *Tilapia melanopleura*, las cuales arribaron a la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca, (Morales, 1991, en Salinas 1995). Aunque otros autores indican que llegaron en 1965, procedentes de la Universidad de Auburn, E.U. Para posteriormente ser trasladadas a Oaxaca. (Meza,1995)

Los estados que han cimentado su economía en la agricultura y la pesca, en la actualidad están diversificando sus actividades económicas hacia el desarrollo del turismo y la acuicultura, (Paéz, 2001).

El desarrollo de la acuicultura en alguna localidad o región depende siempre de diversos factores, entre los que se cuentan Factores Sociales, (por ejemplo en África no se puede desarrollar la agricultura de riego y / o la cría de ganadería de manera intensiva). Factores Técnicos, (en caso de no considerar el aspecto técnico, se corre el riesgo de obtener una mediocre producción (*gran* número de *pequeños* peces) o un bajo rendimiento. Y Factores Económicos, ya que la acuicultura puede resultar muy lucrativa o únicamente de subsistencia, (Lazard y Parrel, 1988).

La función biológica de los estanques de acuicultura es extremadamente compleja. Mientras el interés se centra en incrementar la producción de peces, el mecanismo para incrementar esta producción ha sido pobremente estudiado, y cuando este conocimiento se obtiene, no necesariamente es transferido a otras regiones. (Pullin (b) 1988).

En la actualidad la acuicultura se ha desarrollado de forma impresionante, y ya es posible manipular los organismos no solo para mejorar su producción, sino para mejorar los índices de aceptación en el mercado, como es el caso de las variedades de tilapia roja –

naranja o la coloración dorada, que son preferidas por los consumidores en comparación con el oscuro color habitual. Sin embargo, se requiere investigar más sobre la pigmentación roja por que parece ser que al incrementar la coloración se reduce la viabilidad, aunque es un hecho que tilapia, en cualquiera de sus variedades, presenta un brillante potencial acuícola, (Galman *et al* 1988).

La importancia de la acuicultura para el aporte de proteína animal al ser humano se incrementa constantemente, y es particularmente valiosa en regiones donde otros tipos de cultivo son muy caros o imposibles, por ejemplo, en las zonas áridas o semiáridas donde la agricultura convencional esta fuertemente limitada por el hábitat y el clima. E incluso ha sido posible desarrollar el cultivo intensivo de tilapia en acuíferos salobres del desierto de Israel, debido a que las características del agua la imposibilitan para otros usos o para el consumo humano, (Pruginin *et al* 1988).

Otro ejemplo es África, que tiene el nivel de consumo de proteína más bajo del mundo, con 57.9 g por persona al día, 16 % debajo de la media mundial, donde la tilapia satisface la mayoría de los criterios bioeconomicos. (Balarin 1988)

En ocasiones se desarrollan policultivos debido a que la presencia de especies secundarias permite optimizar los recursos existentes, y se ha intentado incluso el policultivo en agua salobre de camarón tigre (*Penaeus monodon*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*) por que permite un incremento adicional a las granjas camaroneras y al mismo tiempo provee una fuente barata de proteína a los consumidores, aunque debido a la competencia intraespecifica, el rendimiento resultó menor que en monocultivo, se presenta como una alternativa viable, (González-Corre 1988)

En los países ricos la acuicultura ayuda a ofrecer una mayor variedad de alimento y así solucionar el problema de una población que demanda nuevos tipos de comida conforme

su riqueza y educación se elevan. En los países en vías de desarrollo el problema es totalmente diferente, ya que en ellos es indispensable producir alimento urgente a bajo costo, en lo que la acuicultura puede ser de gran utilidad, (Auró 2001).

La acuicultura, además de colaborar en el aumento de las poblaciones que viven en las aguas, tiene la posibilidad de ayudar a conservar las especies que, por haber estado expuestas a una excesiva explotación, se hallan en peligro de extinción. (Cifuentes *et al* 1990)

Crecimiento Compensatorio:

Se ha definido el crecimiento en los animales como la agregación de elementos estructurales o carnosos, que necesariamente incluyen a las proteínas. El crecimiento de los peces, en particular, resulta de gran importancia para el hombre por ser el explotador y administrador potencial de estas poblaciones. (Loeza, 1993).

Brett (1979, en Loeza, 1993) define el crecimiento como la ecuación de la ingestión de alimento, digestión, asimilación, gasto metabólico y excreción, y el resultado es el depósito de material animal. Lo cual coincide con lo descrito por Jácome (2002), que explica que el crecimiento se basa en la relación de los procesos anabólicos y catabólicos; argumenta que el organismo crece cuando la formación sobrepasa a la degradación, y se detiene cuando se equilibran ambos procesos, y sugiere que el catabolismo es proporcional al volumen o peso y el anabolismo es proporcional a la superficie.

Starr (2001) define el crecimiento como incremento en el número, tamaño y volumen de

Introducción

las células, en especies multicelulares; Y en especies unicelulares como incremento poblacional.

En la naturaleza se distinguen dos tipos de crecimiento individual: el isométrico y el alométrico. El crecimiento isométrico consiste en que a lo largo de su vida el organismo crece en las mismas proporciones, es decir, el crecimiento del organismo es tal que su forma se mantiene todo el tiempo. Lo que indica que el crecimiento isométrico es como si se trazara una ampliación fotográfica del pez. (Jácome 2002). Por el contrario, el crecimiento alométrico implica que el organismo no crece en la misma proporción, es decir, que su morfología cambia de acuerdo a la fase de crecimiento.

Salinas (1995) determinó que el crecimiento de *Oreochromis mossambicus* es isométrico.

Los peces pueden desplegar un intervalo de tasas de crecimiento intraespecífico bajo diferentes condiciones ambientales. Por esta razón, el tamaño final del adulto no depende solamente del genotipo de la especie, sino que es la sumatoria de todos los factores involucrados. (Jácome 2002).

El crecimiento compensatorio ha sido definido como una respuesta positiva (en términos de crecimiento) de los organismos hacia el daño ocasionado por factores externos. (McNaughton, 1983 y Belsky, 1986, en Amaya, 1998).

El crecimiento compensatorio se define como una fase de crecimiento rápido inusual, posterior a un período de desnutrición. (Dobson y Holmes 1984 en Wang y Cui 2000)

Introducción

Acorde con esto Zhu *et al.* (2001) comenta que el crecimiento compensatorio es un período de crecimiento inusualmente rápido mostrado por individuos que se encuentran en un período de abundancia alimenticia, posterior a uno en el que se encontraban privados de alimento.

El crecimiento compensatorio es el resultado de una serie de procesos fisiológicos por medio de los cuales los organismos compensan de alguna manera el tejido perdido, o el tejido que no fue obtenido; y puede subdividirse en:

Sobrecompensación: Ocurre cuando el peso total del organismo afectado es relativamente mayor que el peso total del organismo control.

Compensación exacta: Ocurre cuando el peso total del organismo afectado es igual que el del organismo control.

Subcompensación: Ocurre cuando el peso total del organismo afectado es relativamente menor que el del control. Dentro de este existen tres tipos: la compensación parcial. La no compensación y el daño. (Belsky, 1986, en Amaya, 1998).

Díaz *et al* (1995) lo define como el período de crecimiento excepcionalmente acelerado que muestran los individuos que se encuentran con alimento abundante después de sufrir un período de ayuno o privación del alimento. La velocidad de crecimiento durante la fase de compensación es superior a la de aquellos individuos que han estado alimentándose constantemente y esto permite el tamaño del pez subalimentado converja completamente (compensación total) o parcialmente (compensación parcial) hasta el de aquellos peces que fueron alimentados continuamente.

Introducción

Zhu *et al.* (2001) apunta que la tasa de crecimiento durante la fase compensatoria es más alta que los individuos que tuvieron acceso ilimitado al alimento, y la respuesta puede ser alcanzar el mismo peso, lo cuál es compensación completa, o alcanzar una fracción de él, lo que es denomina compensación parcial.

El efecto del crecimiento compensatorio es observado cuando después de un periodo de subalimentación se proporciona un buen alimento en cantidades adecuadas, observándose que los animales pueden alcanzar el peso promedio requiriendo únicamente más tiempo. (Jiménez,1983)

El crecimiento compensatorio representa reajustes de la tasa de crecimiento y minimiza la discrepancia entre el crecimiento esperado y el crecimiento logrado causado por un periodo de desnutrición, (Xie *et al.*, 2001)

Johansen (*et al.*, 2001) comenta que el crecimiento compensatorio se refiere al crecimiento registrado cuando regresan a las condiciones de disponibilidad ilimitada de alimento, en un periodo posterior a uno de baja nutrición o de alimentación restringida. Existe en ocasiones compensación completa, pero en otras ocasiones se reduce la ganancia posterior a la fase de restricción alimenticia, lo que se conoce como compensación parcial.

La restricción alimenticia tiene como consecuencia una menor ganancia de masa corporal y menor almacenamiento de reservas que en los peces bien alimentados y se reduce la tasa de crecimiento, lo que fomenta la respuesta compensatoria, que es caracterizada por una mayor eficiencia digestiva o por un incremento del apetito, conocido como hiperfagia, lo cual incrementa la tasa de crecimiento. (Johansen *et al.*, 2001)

Clasificación de la especie:

Superclase: Pisces

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

División: Teleostei

Subdivisión: Euteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Serie: Percomorpha

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *Oreochromis niloticus*.

(Peters 1852, en Salinas 1995)

Historia de la tilapia:

El grupo de las tilapias pertenece a la familia Cichlidae, que comprende aproximadamente 600 especies de agua dulce. (Díaz, 1987), la familia Cichlidae son peces comprimidos lateralmente, perciformes, con un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, la aleta dorsal posee anteriormente una porción espinosa y posteriormente una porción radial, la línea lateral se encuentra interrumpida a la altura de la porción radial de la aleta dorsal y continua por debajo de esta hasta donde comienza su aleta caudal. Su fórmula radial es D. XV – XVII/10 – 12 A III (- IV) / 9 – 10. En la línea lateral tiene 29 – 33 poros = Ll. 29 – 33 (Günther, 1963 en Salinas, 1995).

En el registro fósil la tilapia mozambica (*Oreochromis mossambicus*) aparece hace aproximadamente 18 millones de años en el área del Lago Victoria, África; y existe la posibilidad de que exista un ancestro marino. (Salinas, 1995)

La expansión de la tilapia a distintas partes del mundo hecha por el hombre comenzó a finales de 1939. (Díaz, 1987)

En estado natural las tilapias maduran sexualmente alrededor de los nueve meses, en función de la especie. En estanques alcanzan la maduración sexual en nueve semanas dependiendo de la temperatura y de la especie. El número de óvulos liberados es de aproximadamente 600, influenciado por el tamaño de la hembra y la especie. Pueden alcanzar tallas de 30 – 40 cm. Alcanzando un peso corporal de 500 a 1 000 gramos a los 10 u 11 meses. (Díaz 1987). Algunos autores mencionan tallas superiores, como es el caso específico de *Oreochromis niloticus*, que es una de las especies más grandes de tilapia, y que posee el potencial genético para desarrollar de 40 a 50 cm de longitud y un peso proporcional al tamaño. Además de que puede reproducirse todo el año en regiones con la temperatura adecuada, (Alvencia-Casauay 1988).

Introducción

Sin embargo otros autores mencionan que el patrón reproductivo de las hembras de *Oreochromis mossambicus* cultivada en nuestro país presenta tres picos de actividad máxima al año y lo definen en las siguientes etapas:

Maduración: Mayo, Junio, Septiembre y Octubre

Desove y Puesta: Agosto, Enero y Marzo

Postdesove o Involución Ovárica: Abril, Septiembre y Febrero. (García, 1995).

La proporción sexual encontrada en estado natural esta representada por una relación macho – hembra de 1:1. (Palacios 1995)

Oreochromis niloticus se cultiva comúnmente en estanques fertilizados para incrementar la productividad primaria y el crecimiento de los peces, y en ellos puede consumir algas, bacterias, zooplancton y fertilizarse su propio estanque bajo diferentes condiciones, (Pullin [a] y Capili 1988).

Otros autores mencionan que también se puede alimentar de plantas superiores, diatomeas, crustáceos, insectos acuáticos y materia íctica, (Msiska 1988)

Oreochromis niloticus presentaba en 1982 la mayor proporción en la producción de las especies capturadas de agua dulce en nuestro país, con el 91. 3 % del total anual. (Bernal, 1984) Y en el año 1988 fue la más importante especie de tilapia cultivada en Filipinas. (Guerrero y Guerrero, 1988).

En nuestro país, la demanda de tilapia es impresionante, su consumo nacional aparente fue de 89.122 toneladas en 1993 y el consumo *per cápita* fue de 1.035 kg, este último es

superior al de los principales productos acuícolas como el camarón, ostión, bagre, carpa y trucha (Sepesca, 1993, en Meza 1995).

Debido a que tilapia es un pez de agua templada, eurihalino y omnívoro, es muy importante para la acuicultura. (Wang y Cui 2000)

Las tilapias pueden soportar concentraciones de oxígeno disuelto en el agua relativamente bajas. Son organismos eurihalinos que alcanzan un mayor crecimiento en aguas salobres. Su desarrollo óptimo se da en un pH de 7 – 8 aunque son capaces de resistir rangos de 5 a 11, (Díaz 1987).

Su rango óptimo de temperatura se encuentra entre los 20 ° - 35 ° C para su reproducción y crecimiento. Se encuentran restringidas a la isoterma mundial de 20 ° C, aunque su temperatura letal mínima se localiza entre los 8 ° y 10 ° C y la máxima entre los 38 ° C y 39 ° C. (Díaz, 1987). Posteriormente Khater (1988) determinó que la temperatura mínima letal es de 10.0 ° C a 14.1 ° C en algunas variedades de *Oreochromis niloticus*.

Distribución Antigua:

Según Chimits (1955, en Díaz 1987), las tilapias son originarias de África y también abarcan el norte de Israel y la región del Jordán dentro de su distribución natural. (Mapa # 1)

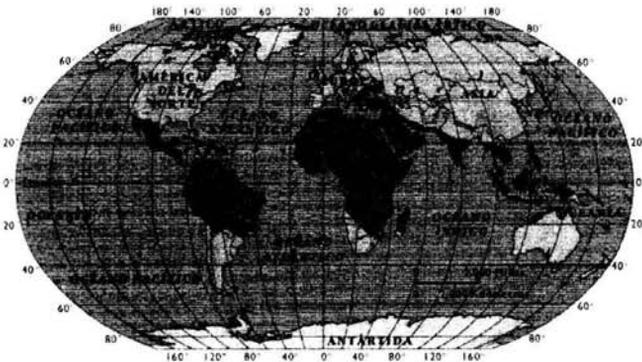
Distribución Actual:

Después de la Segunda Guerra Mundial el género *Oreochromis* fue distribuido por diversos lugares del mundo, debido a su fuerte viabilidad, facilidad de reproducción y potencial contribución a la alimentación humana (Kuo 1988). (Mapa # 2)

La familia se encuentra ampliamente distribuida en el continente Africano, Asia Menor, (Que comprende la parte oeste del Mar Negro, y está limitada por Rusia, Turquía, Bulgaria y Rumania). La especie también se encuentra abundantemente en Centro y Sudamérica, al igual que algunos lugares de la India y Ceilán. (Díaz 1987)



Mapa # 1. Distribución antigua del género *Oreochromis*, Modificado por Santamaría.



Mapa # 2 Distribución Actual del género *Oreochromis*. Modificado por Santamaría

ANTECEDENTES

Los seres vivos son sistemas complejos, con un alto grado de organización, que tienen la capacidad de crecer y replicarse con fidelidad. Operan como un sistema termodinámico abierto, que obtiene la energía del medio ambiente y la utiliza para mantener un conjunto de procesos a los cuales llamamos vida, (Fanjul 1998).

Los seres vivos nunca están en equilibrio con el medio ambiente. Las particularidades de una especie o de un individuo dependen de su aptitud para mantener en los procesos vitales ciertas características que los diferencian de otras especies o animales. Así, para que pudieran llevarse a cabo tanto la evolución de la vida como su diversidad, se requirió la capacidad de mantener una constancia en la organización y el funcionamiento de los organismos. La homeostasis es el proceso de mantener en condiciones constantes el medio interno de su sistema biológico, (Fanjul 1998).

La temperatura ambiental es un factor limitante en la distribución y en la actividad de los organismos vivientes. El intervalo de temperatura imperante en la Tierra es mucho más amplio que el intervalo de temperatura compatible con la vida. La temperatura del aire fluctúa entre - 70 ° C en las regiones polares a + 80 ° C en los desiertos tropicales. La temperatura de la superficie del agua oscila entre - 1.8 ° C en las aguas del Ártico y el Antártico hasta 30 ° C en los cuerpos de agua de las regiones tropicales. (Fanjul 1998).

El medio acuático presenta menos problemas para la aclimatación que el medio terrestre. El agua se caracteriza por poseer tanto una alta conductividad térmica como un alto calor específico (la cantidad de calor necesaria para elevar 1 ° C un gramo de agua), y por tanto su calentamiento y enfriamiento son lentos, lo que quiere decir que las fluctuaciones de temperatura son leves si comparamos el medio acuático con el terrestre. (Fanjul, 1998)

Antecedentes

El calor o energía calórica es el producto de la agitación molecular, en tanto que la temperatura es una medida promedio de esta energía. Los animales obtienen calor mediante dos mecanismos: a) El metabolismo resultante de los nutrientes, y b) la absorción directa o indirecta de la radiación solar. El calor, al igual que otras variables físicas de naturaleza intensiva, tiende a moverse desde las regiones de mayor concentración a las de menor concentración, la cantidad de energía calórica que se intercambia de un objeto a otro depende de la diferencia de temperatura que existe entre ambos objetos. (Fanjul 1998).

La pérdida o ganancia de calor se lleva a cabo principalmente mediante los procesos físicos de convección, radiación, conducción y evaporación de agua. (Fanjul 1998)

De acuerdo con la fuente primaria de energía que determine la temperatura del cuerpo, los animales se pueden dividir en dos grandes grupos: 1) Endotermos: que obtienen su temperatura del metabolismo, mediante procesos químicos. 2) Ectotermos: que obtiene la energía de un medio externo, principalmente por medio de radiación y conducción. (Fanjul 1998).

Al interactuar con el medio todo organismo se puede comportar como un regulador o como un conformista. Los termoreguladores mantienen la temperatura del medio interno constante e independientemente de la del ambiente, a pesar de las fluctuaciones de éste. Los conformistas igualan la temperatura interna, en mayor o menor grado, con la del medio, y por lo tanto se hacen dependientes de éste, (Fanjul 1998).

En la mayoría de los animales la pérdida y la ganancia de energía calórica tienden a cancelarse una a otra. Cuando la ganancia iguala a la pérdida, la temperatura del organismo se mantiene constante, tendiendo a ser igual al medio, de tal modo que la temperatura del cuerpo se aproxime a la temperatura ambiental, aunque no sea necesariamente la misma. A estos organismos se les denomina poiquilotermos, para

Antecedentes

diferenciarlos de los homeotermos, que mantienen su temperatura interna a pesar de los cambios térmicos en el ambiente.(Fanjul, 1998)

Oreochromis niloticus es la más popular de las especies de tilapia, porque tiene un buen crecimiento en agua dulce, por que se puede producir en cultivos monosexuales de alevines machos híbridos, y también, por su resistencia al frío; (Pullin 1988).

En *Oreochromis niloticus* las diferentes temperaturas que se tienen durante los períodos estacionales influyen en el desarrollo de los diferentes tipos celulares. En los meses de Abril, Mayo y Junio (que son los más cálidos) se presenta la mayor actividad espermatogénica. (Palacios Ceballos, 1995)

En estudios de producción continua de alevines a lo largo del año, se percibe un decremento de 50 % durante los meses más fríos comparado con el promedio de los meses de verano, (Galman *et al* 1988).

Srisakultiew y Wee (1988) realizaron la exposición experimental de *Oreochromis niloticus* al agua fría (22.0 ° C) por largos períodos de 1, 2 o 3 semanas, regresando posteriormente a la temperatura inicial, (29 ° C), con lo cual demostraron que no se induce al desove en las cuatro semanas siguientes de observación. Sin embargo, al exponer a *Oreochromis niloticus* durante un breve tiempo al agua fría, (6 – 24 horas), encontraron un mejoramiento significativo en la frecuencia de desove. Por esta razón sugieren utilizar tratamientos de enfriamiento por medio de bloques de hielo que pueden ser apropiados en las granjas.

Requerimientos generales:

Parámetros Físicoquímicos:

Antecedentes

En general las tilapias presentan cuerpo oblongo comprimido lateralmente y escamas cicloides. Son organismos de aguas lénticas, someras, claras o turbias; prefieren aguas cálidas de fondo lodoso y toleran altas salinidades, incluso más altas que la del agua de mar, (Diaz 1987). Aunque no todos los autores están de acuerdo en esto, ya que Perschbacher (1988) reporta mortalidad de adultos sanos desde 29 ppt, con 100% de mortalidad al llegar a 37 ppt; y dice que los alevines toleran la transferencia directa de 1.5 – 2.0 ppt a 19 ppt sin mortalidad o estrés aparente, pero sufren el 100% de mortalidad alrededor de 27 ppt. De cualquier modo, Payne (1988) determinó que el umbral de inhibición de crecimiento es considerablemente grande y crece de manera muy similar en agua salobre que en agua dulce.

Wang y Cui (2000) reportaron un amplio éxito en híbridos de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) que fueron aclimatadas en agua salada con un cambio en la tasa de salinidad de 5 ‰ por día.

Tilapia crece bien tanto en agua salobre como en agua marina. (Chervinski and Yashouv, 1971, en Wang y Cui 2000) y la alta tasa de crecimiento del grupo control de su estudio confirma que el agua marina es un medio viable para el cultivo de tilapia.

Investigación en Crecimiento Compensatorio:

Jiménez (1983) determinó la existencia de crecimiento compensatorio en borrego pelibuey, alimentando con dietas de rastrojo de maíz con álcalis (Nitrógeno, Hidróxido de sodio y Urea)

Moreno (1991) evaluó el crecimiento compensatorio en pollos de engorda utilizando diferentes programas de restricción del alimento para controlar el síndrome ascítico.

Antecedentes

Jobling y Johansen (1999) proponen un modelo de crecimiento compensatorio en el que se incrementan las reservas de lípidos, de la misma forma que ocurre en mamíferos, ya que se cree que la cantidad de tejido adiposo se incrementa en el período posterior a la carencia de alimento, y que ha sido denominado Modelo Lipostático.

Johansen *et al.*, (2001) dice que en investigaciones previas a su experimento, ha sido mencionada una hipótesis en la que el tejido adiposo tiene un papel regulador en el apetito. Una extensión de esto, sugiere que la hiperfagia, puede tener relación con la severidad de la restricción alimenticia, y que la respuesta compensatoria una vez que las reservas adiposas restablecen relativamente la masa corporal.

Kennedy (1953 en Johansen *et al.*, 2001) fue quién introdujo la Hipótesis Lipostática, en que relaciona el tejido adiposo con la regulación del apetito. Esto propone que bajo una restricción alimenticia, las reservas de tejido adiposo son movilizadas.

Johansen *et al.*, (2001) demostró que existe un eslabón entre la magnitud de reservas de lípidos, el consumo de alimento, la ganancia de peso, lo cual de acuerdo a este autor provee alguna evidencia de la regulación lipostática del apetito en peces.

El mecanismo por medio del cual se realiza el crecimiento compensatorio ha sido pobremente estudiado. Para explicarlo Russell y Wootton (1992, en Xie *et al.*, 2001) realizaron un modelo cibernético, que asume la existencia de una trayectoria de crecimiento genéticamente predeterminada en los organismos, y estos organismos pueden detectar deflexiones de esta trayectoria y compensarla reajustando su apetito y su metabolismo.

Se han descrito varios cambios fisiológicos y metabólicos que tienen lugar en respuesta a la restricción de alimento: Reducción drástica de la masa visceral y tamaño de órganos, cambios en los niveles de glucosa plasmática y ácidos grasos libres, en los niveles de

ADN y ARN, de hormonas tiroideas y de proteasas digestivas, entre otros. (Díaz *et al* 2002).

Investigación en especies ícticas de agua fría:

Debido a la influencia de la temperatura en el metabolismo de los peces, las investigaciones realizadas se dividen en especies de agua fría y especies de agua templada. (Wang y Cui, 2000)

En especies de agua fría, se ha reportado Compensación Completa posterior a un período de ayuno o restricción del alimento. (Dobson y Holmes 1984, en Xie *et al.*, 2001).

En salmónidos, específicamente en *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum (1990, en Zhu *et al.* 2001) determinó la existencia de crecimiento compensatorio.

En carpa común *Cyprinus carpio* no se observó ningún tipo de crecimiento compensatorio, durante su alimentación posterior al ayuno utilizando dietas con bajo contenido de proteína o energía; aunque esto no deja claro si la ausencia de crecimiento compensatorio es una característica de la especie o es una consecuencia del régimen de restricción nutricional aplicado. (Schwartz *et al.* 1985, en Xie *et al.*, 2001)

Investigación en especies ícticas de agua templada:

Wang y Cui (2000) y Xie *et al.*, (2001) comentan que el crecimiento compensatorio no parece haber sido suficientemente estudiado en especies representativas del grupo de peces de agua templada.

Antecedentes

Kim *et al.* (1995) observó compensación completa en el pez gato de canal *Ictalurus punctatus*, que es una especie de agua templada. Y fue observada la compensación completa en otra especie de agua templada, el pez sol híbrido *Lepomis cyananellus* x *L. macrochirus*. (Hayward *et al.* 1997, en Xie *et al.*, 2001)

Carassius auratus gibelio es un pez omnívoro de agua templada, y Xie *et al.*, (2001) investigó los patrones temporales de crecimiento, consumo de alimento y composición corporal en de esta especie en un período posterior a una o dos semanas de privación del alimento.

Zhu *et al.* (2001) comparó el pez carnívoro *Gasterosteus aculeatus* con el pez omnívoro *Phoxinus phoxinus*, para determinar crecimiento compensatorio en ambas especies bajo los mismos parámetros de restricción alimenticia. Un segundo propósito de su experimento fue describir los cambios en las variables relacionadas con el crecimiento, particularmente del contenido de lípidos.

Paul *et al.* (1995) determinó que *Pleuronectes asper* presenta una capacidad limitada de crecimiento compensatorio, posterior a una etapa de privación del alimento, a pesar de que la alimentación de este pez es marcadamente estacional, y no durante todo el año.

En *Silurus meridionalis*, pez carnívoro de agua templada, se observó que de los peces con ayuno de 10 – 60 días, únicamente los que ayunaron por 50 días mostraron elevada tasa de crecimiento en materia seca y energía (Deng *et al.* 1999, en Xie *et al.*, 2001)).

Qian *et al.* (2000) estudió, en un proyecto experimental de ocho semanas, el crecimiento compensatorio y la actividad en *Carassius auratus gibelio* cuantificando la distancia horizontal de nado en centímetros por unidad de tiempo con lo cual confirmó la existencia

Antecedentes

de crecimiento compensatorio en ésta especie omnívora de agua templada.

Xie *et al.*, (2001) trató de llegar a un acuerdo con los estudios previos y el suyo, en que carpas juveniles mostraron un a crecimiento compensatorio total después de una o dos semanas de ayuno, y demostró en su estudio con *Carassius auratus gibelio*, que el crecimiento compensatorio fue alcanzado en presencia de hiperfagia o con una combinación de hiperfagia y aumento de la eficiencia alimenticia.

Xie *et al.*, (2001) explica que la respuesta de crecimiento compensatorio en *Carassius auratus gibelio* termina como una convergencia en el nivel de peso del grupo control, lo que es conocido como Compensación Total

Saether y Jobling (1999) obtuvieron una respuesta compensatoria total en *Scophtalamus maximus* que es un pez carnívoro marino.

Díaz *et al* (2002) Comprobó que en el caso de *Dentex dentex*, tras un período de ayuno los peces aumentan la cantidad diaria de pienso ingerida, en los días siguientes al ayuno volviendo posteriormente a valores normales. Y demostró que estos cambios de la ingesta vienen asociados con un crecimiento compensatorio y una mejor eficiencia de la utilización del alimento, que suponen que los peces con un día de ayuno compensen totalmente la deficiencia de alimento, no encontrando diferencias significativas entre el control y los demás tratamientos de ayuno.

Ortiz *et al* (2003) utilizó diferentes dietas a base de expeller de soja para fomentar el crecimiento compensatorio del Pacú (*Piaractus mesopotamicus*), debido a que el período invernal limita su crecimiento en Argentina durante aproximadamente cuatro meses, pero no encontró resultados significativos debidos probablemente a una ración máxima digerible.

Wang y Cui (2000) encontraron una limitada capacidad de desarrollar crecimiento compensatorio en híbridos de tilapia *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*.

Duración del Crecimiento Compensatorio en peces:

Tian y Qin (2003) argumentan que el crecimiento compensatorio en especies ícticas existe, que su magnitud se relaciona directamente con la duración del período de privación del alimento, y demostraron la existencia de crecimiento compensatorio posterior a la privación alimenticia en *Lates calcarifer*.

El mecanismo por el que los peces sometidos a una restricción alimenticia previa son capaces de compensar esta situación incrementando la velocidad de crecimiento y / o la eficiencia de utilización del alimento durante el período de realimentación no ha sido aclarado todavía (Díaz *et al* 2002).

En *Phoxinus phoxinus* que ayunaron por 16 días, se registró una elevada tasa de crecimiento y también una elevada eficiencia de crecimiento durante las dos semanas posteriores a la privación del alimento (Rusell y Wootton, 1992 en Xie *et al.*, 2001)

En pequeños juveniles (50 – 100 mg). de tres especies de ciprínidos de agua fría, la duración de crecimiento compensatorio fue de 6 - 12 días después de la realimentación, y posteriormente regresaron al crecimiento normal. (Weiser *et al* ., 1992 en Xie *et al.*, (2001))

En ejemplares de *Scophtalmus maximus* sometidos a restricción alimenticia mostraron una mayor tasa de crecimiento que el grupo control 20 días después de la realimentación. (Saether y Jobling, 1999 en Xie *et al.*, 2001)

Otros estudios reportan una duración mayor del crecimiento compensatorio. En *Salvelinus alpinus* de 5 –10 g. de peso, persistió la hiperfagia por 6 semanas después de 8 semanas de restricción alimenticia, aunque la eficiencia alimenticia fue elevada por únicamente dos semanas. (Miglavs y Jobling, 1989, en Xie *et al.*, 2001).

La restricción del alimento del salmón del Atlántico *Salmo salar* pesando alrededor de 3 gramos mostró una mayor tasa de crecimiento que el control durante el período de 80 – 215 días después de la realimentación. (Nicieza y Metcalfe, 1997 en Xie *et al.*, 2001). No está claro si la falta de diferencias refleja variaciones entre especies o es resultado de diferentes tallas corporales en los proyectos experimentales.

Hasta el momento del presente estudio, todos los análisis de crecimiento compensatorio han sido en relación con la carencia de alimento, o con un período inducido de ayuno, contando con muy poca información de la influencia de la temperatura en este sentido.

JUSTIFICACIÓN

Una apropiada explotación del crecimiento compensatorio puede incrementar la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia. (Quinton y Blake 1990, en Wang y Cui 2000)

Zhu *et al.* (2001) Reporta que los organismos que experimentan reducción del crecimiento debido a un período de privación del alimento, se encuentran en desventaja con peces que tuvieron un acceso ilimitado al alimento, el crecimiento compensatorio provee una posible respuesta para sobreponerse, o por lo menos reducir esta desventaja.

Hayward (1997) argumenta que el crecimiento compensatorio es interesante para la acuicultura, debido a que, a pesar de ser desconocido el mecanismo por el cual se obtiene, puede ayudar a diseñar estrategias alimenticias que permitan mejorar la tasa de crecimiento de diversas especies.

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar la presencia de crecimiento compensatorio en *Oreochromis niloticus* posterior a un descenso temporal de la temperatura del agua.

Objetivo Particular:

Determinar a través de la cuantificación del crecimiento compensatorio, si existen diferencias significativas en el desarrollo de los grupos experimentales con el grupo control.

Hipótesis Nula:

El descenso de temperatura de 28 °C a 20 °C ocasionará la reducción del crecimiento en *Oreochromis niloticus*, lo que generará crecimiento compensatorio; aumentando la ganancia de peso, longitud total, longitud patrón, altura, perímetro torácico y mejorando la conversión alimenticia de *Oreochromis niloticus*. Lo que se demostrará estadísticamente con una diferencia de ($P < 0.05$).

Hipótesis Alternativa:

No habrá diferencias significativas en el crecimiento de los grupos experimentales comparados con el grupo control.

MATERIAL Y MÉTODO

Lotes Experimentales:

La población estudiada comprende un total de 84 juveniles de *Oreochromis niloticus*, seleccionados al azar de un stock procedente del Centro acuícola "El Rodeo", localizado en Zacatepec, Estado de Morelos, México. Este stock fue trasladado al Laboratorio de Producción Acuícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México en bolsas de plástico saturadas de oxígeno. La aclimatación correspondiente se realizó en un tanque acuícola de fibra de vidrio con capacidad de 600 litros que previamente fue llenado con agua de clorada, y que contaba con aireación constante y temperatura de 28 °C. Todos los organismos del stock fueron desparasitados con dosis de 200 mg/l de ajo fresco molido durante 3 días, siguiendo el mismo procedimiento utilizado por Sánchez (2003)

Posteriormente se dividieron en cuatro tratamientos, con tres acuarios cada uno, y en cada acuario se instalaron siete juveniles de *Oreochromis niloticus*. Cada acuario tiene un volumen de treinta y siete litros y medio, con cincuenta centímetros de longitud, treinta centímetros de altura y veinticinco centímetros de ancho, por lo que cuentan con una superficie de intercambio gaseoso de mil doscientos cincuenta centímetros cuadrados.

Grupo Control

Grupo Control: Su temperatura fue de 28 ° C durante las 9 semanas de duración de la investigación.

Material y Método

Tratamiento Experimental # 1

Durante las dos primeras semanas su temperatura fue de 28 ° C. en la tercera semana descendió la temperatura a 20 ° C durante una semana y las siguientes seis se mantuvo a 28 ° C.

Tratamiento Experimental # 2

Durante las dos primeras semanas su temperatura fue de 28 ° C. en la tercera semana descendió a 20 ° C. durante dos semanas y las siguientes cinco se mantuvo a 28 ° C.

Tratamiento Experimental # 3

Durante las dos primeras semanas su temperatura fue de 28 ° C. en la tercera semana descendió a 20 ° C durante tres semanas y las siguientes cuatro semanas se mantuvo a 28 ° C.

Temperatura:

Tabla de valores(todos los tratamientos):

Temperatura ° C				
Semana	Grupo Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Inicio	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
1	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
2	28 ° C	20 ° C	20 ° C	20 ° C
3	28 ° C	28 ° C	20 ° C	20 ° C
4	28 ° C	28 ° C	28 ° C	20 ° C
5	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
6	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
7	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
8	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C
9	28 ° C	28 ° C	28 ° C	28 ° C

Tabla # 1 Temperatura semanal de los tratamientos experimentales y el grupo control.

Material y Método

En la tabla # 1 es posible observar los períodos de disminución de la temperatura durante una, dos o tres semanas, según sea el tratamiento.

Conversión Alimenticia:

El Índice de Conversión Alimenticia (I.C.A.) se determina al dividir los gramos de peso obtenido entre los gramos de alimento suministrado.

Mortalidad y Sobrevivencia:

Diariamente se realizó la búsqueda visual de organismos muertos o de signos que indicaran el deceso de organismos, además de verificarse la sobrevivencia de los 7 organismos de cada acuario.

Seguimiento:

Se realizó la biometría semanalmente, cuantificando longitud total, longitud patrón, altura, perímetro torácico, y peso vivo. Inmediatamente se determinó la ración de alimento semanal, se realizó la revisión visual de cada acuario. Además, se confirmó antes de alimentar a los peces que la temperatura de cada acuario corresponda al plan de trabajo.

Marcado:

Todos los organismos fueron marcados con tinta china bajo las escamas con una aguja hipodérmica de insulina, posteriormente, al confirmarse que es un método muy agresivo, se marcaron bajo las escamas con azul de metileno, lo cual permitió el seguimiento individual en cada tratamiento.

Material y Método

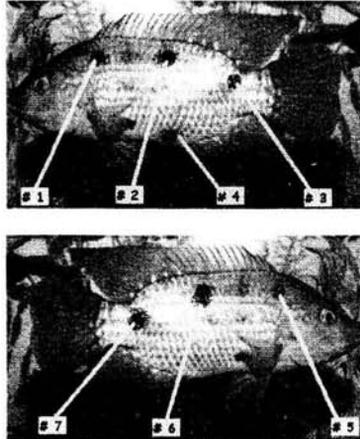


Imagen # 1 y # 2. Distribución de las marcas y su respectivo significado numérico

Profilaxis de acuarios:

Diariamente se revisaron las condiciones de cada acuario, confirmando la temperatura y sifoneando el fondo para eliminar excretas. De igual manera se llevó a cabo una revisión visual en busca de signos que indicaran la presencia de hongos, parásitos o agentes patógenos,

Además, se confirmaba de manera visual la alimentación de los peces y posteriormente se revisaba en busca de alimento remanente, lo que indicaría un descenso en la cantidad de alimento consumido.

Biometría (Datos Merísticos):

Auró (2001) define la biometría como la cuantificación de los distintos parámetros externos del pez, y comenta que es utilizada tanto para la determinación taxonómica como para evaluar el crecimiento.

Material y Método

Semanalmente se realizaron las siguientes biometrías:

Longitud Total

Auró (2001) define la longitud total como la medición desde la punta del nostrilo (nariz), llevando una línea recta hasta el extremo donde termina la aleta caudal.

Longitud Patrón:

Auró (2001) especifica que la correcta cuantificación de este parámetro va desde el nostrilo hasta donde inicia el pedúnculo caudal.

Altura:

La altura va de un extremo a otro en un plano vertical sin cuantificar la longitud de las aletas dorsales o pectorales.

Auró (2001) comenta que para medir la altura se traza una línea perpendicular a la superficie de apoyo la cual va desde la base de la aleta dorsal hasta la línea media ventral. Esta medida es la que se manipula genéticamente ya que entre más altura, mayor cantidad de carne tendrá el pez.

Perímetro Torácico:

El perímetro torácico se mide alrededor del torác del pez, por la parte más ancha y con las aletas plegadas.

Material y Método

Peso:

Es importante recordar que el peso vivo solo es una aproximación de la biomasa que estamos tratando de cuantificar, por que todos los seres vivos contienen una alta proporción de líquidos en sus tejidos.

Se evaluó semanalmente el peso vivo de cada uno de los organismos con una balanza electrónica Ohaus digital con escala de 0.01 gramos.

Y basándose en esta variable, fue regulada la cantidad de alimento suministrado a razón del 3 % del peso vivo total de cada acuario, que se evaluó semanalmente, y se modificó de acuerdo a la última evaluación.

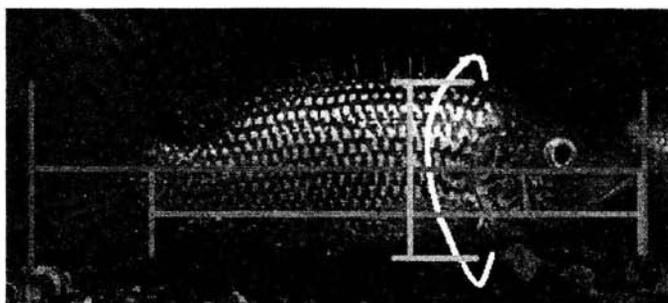


Imagen # 3: Las líneas del diagrama explican los datos merísticos cuantificados

- Longitud total ●
- Longitud patrón o estándar ●
- Altura ○
- Perímetro Torácico ○

Resultados:

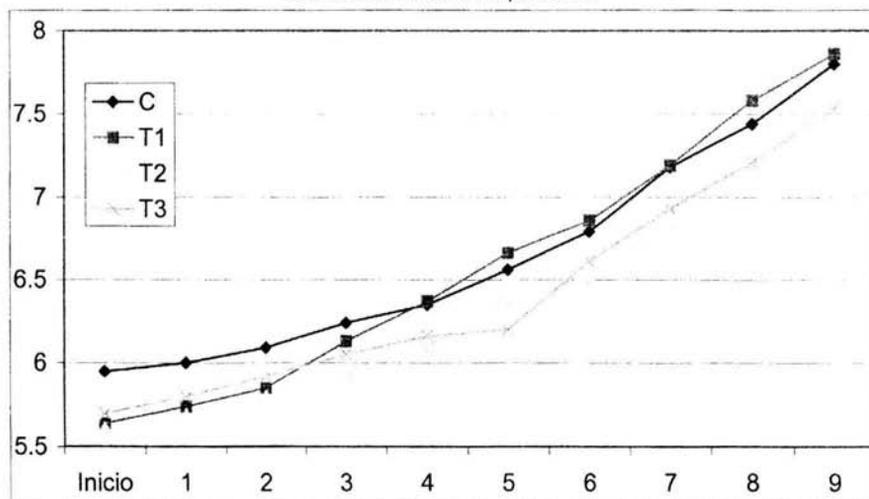
RESULTADOS

Durante la realización de las biometrías semanales se obtuvieron los siguientes resultados:

Longitud Total:

	CONTROL	T1	T2	T3
Inicio	5.95	5.64	5.61	5.7
1	6	5.74	5.69	5.8
2	6.09	5.85	5.8	5.92
3	6.24	6.13	5.95	6.05
4	6.35	6.37	6.1	6.16
5	6.56	6.66	6.37	6.2
6	6.79	6.86	6.52	6.61
7	7.18	7.19	6.82	6.93
8	7.44	7.58	7.16	7.21
9	7.8	7.86	7.52	7.53

Tabla de Valores # 2 Registro promedio de la Longitud Total durante la realización del experimento.



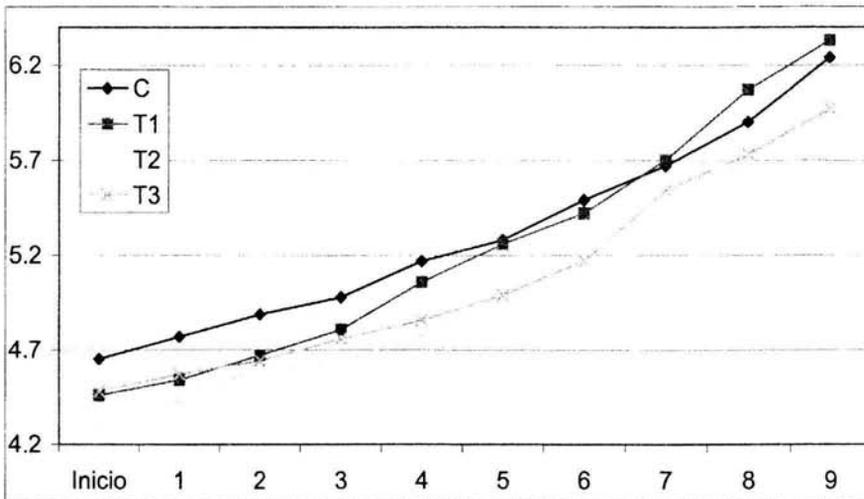
Gráfica # 1 Longitud Total promedio durante la realización del experimento.

Resultados:

Longitud Patrón:

	CONTROL	T1	T2	T3
Inicio	4.65	4.46	4.32	4.48
1	4.77	4.54	4.44	4.57
2	4.89	4.67	4.61	4.64
3	4.98	4.81	4.62	4.76
4	5.17	5.06	4.8	4.86
5	5.28	5.26	4.99	4.99
6	5.49	5.42	5.18	5.17
7	5.67	5.7	5.41	5.54
8	5.9	6.07	5.7	5.73
9	6.24	6.33	6.02	5.97

Tabla de valores # 3 Registro promedio de la Longitud Patrón durante la realización del experimento



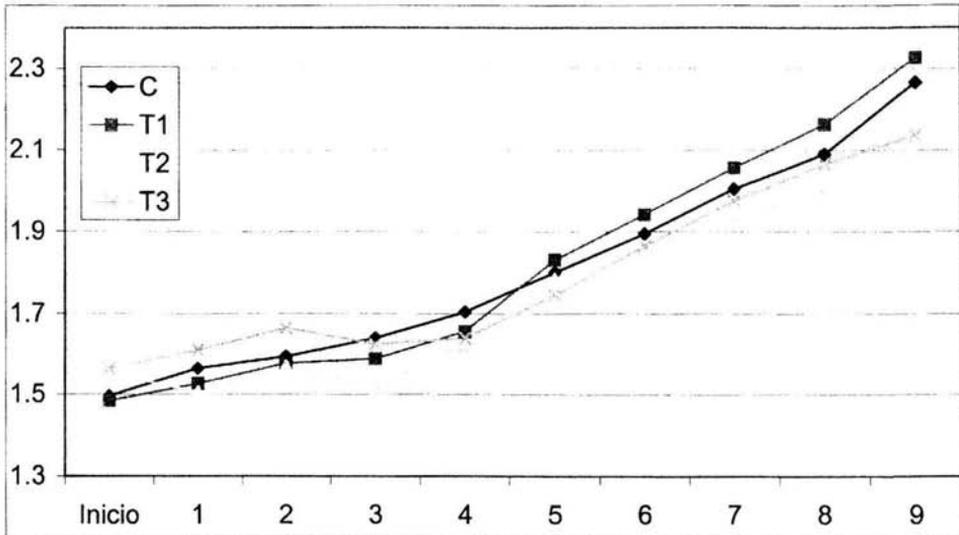
Gráfica # 2 Registro promedio de la Longitud Patrón durante la realización del experimento.

Resultados:

Altura:

	CONTROL	T1	T2	T3
Inicio	1.495	1.484	1.552	1.565
1	1.565	1.526	1.505	1.61
2	1.595	1.578	1.57	1.665
3	1.64	1.589	1.515	1.625
4	1.705	1.657	1.625	1.64
5	1.8	1.831	1.785	1.745
6	1.895	1.942	1.855	1.865
7	2.005	2.057	1.93	1.975
8	2.09	2.163	2.01	2.065
9	2.265	2.326	2.15	2.135

Tabla de valores # 4 Registro promedio de la Altura durante la realización del experimento.



Gráfica # 3 Registro promedio de la Altura durante la realización del experimento.

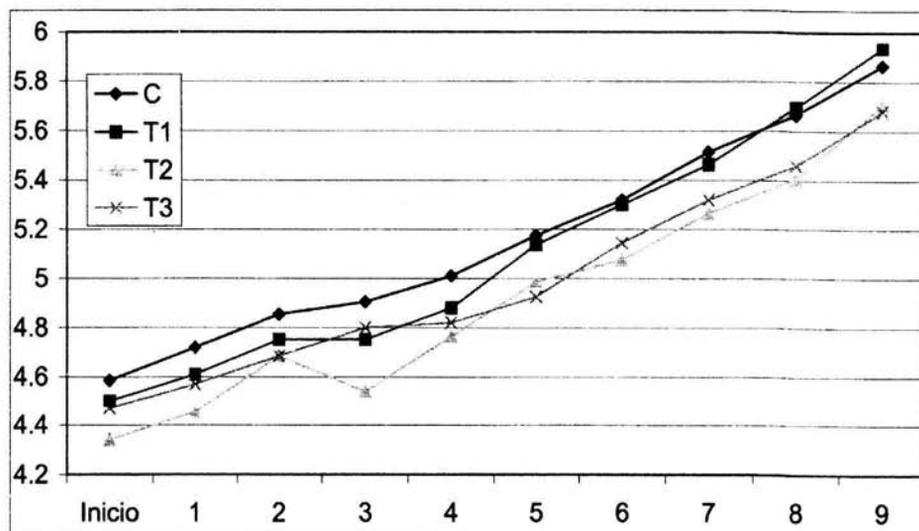
Resultados:

a un descenso temporal de la temperatura del agua".

Perímetro Torácico:

	CONTROL	T1	T2	T3
Inicio	4.585	4.5	4.34	4.47
1	4.72	4.61	4.455	4.57
2	4.855	4.752	4.685	4.685
3	4.905	4.752	4.54	4.8
4	5.01	4.88	4.765	4.82
5	5.175	5.136	4.985	4.925
6	5.32	5.3	5.075	5.145
7	5.515	5.463	5.265	5.32
8	5.665	5.694	5.405	5.46
9	5.865	5.936	5.705	5.68

Tabla de valores # 5 Registro promedio del Perímetro Torácico durante la realización del experimento.



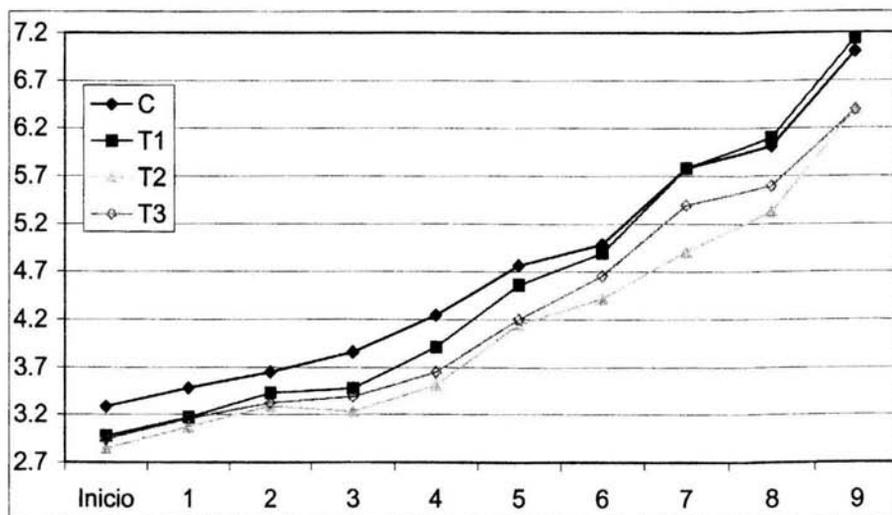
Gráfica # 4 Registro promedio del Perímetro Torácico durante la realización del experimento.

Resultados:

Peso Vivo:

	CONTROL	T1	T2	T3
Inicio	3.285	2.97	2.845	2.94
1	3.485	3.17	3.07	3.155
2	3.65	3.43	3.29	3.325
3	3.86	3.48	3.23	3.39
4	4.245	3.91	3.515	3.65
5	4.76	4.56	4.15	4.2
6	4.985	4.89	4.42	4.655
7	5.78	5.78	4.905	5.395
8	6.01	6.1	5.325	5.595
9	7.005	7.14	6.4	6.39

Tabla de valores # 6 Registro promedio del Peso vivo durante la realización del experimento.



Gráfica # 5 Registro promedio del Peso Vivo durante la realización del experimento.

Resultados:

Conversión Alimenticia:

El Índice de Conversión Alimenticia (I.C.A.) se determina al dividir los gramos de peso obtenido entre los gramos de alimento suministrado.

	Alimento total (gr.)	Incremento Peso (gr)	Índice de C.A. Por Acuario	Índice de C. A. por Tratamiento
Grupo Control				
Acuario A	9.195	30.4	3.3	3.03
Acuario B	7.14	20.4	2.8	
Acuario C	7.701	23.6	3.06	
Tratamiento 1				
Acuario D	6.027	24.9	4.13	3.6
Acuario E	8.034	28.7	3.5	
Acuario F	8.004	25.6	3.19	
Tratamiento 2				
Acuario G	7.167	22	3.069	3.4
Acuario H	6.606	26	3.93	
Acuario I	7.203	23.2	3.22	
Tratamiento 3				
Acuario J	7.278	20.3	2.78	2.96
Acuario K	7.551	26.3	3.4	
Acuario L	7.272	19.9	2.7	

Tabla de valores # 7 Registro del Índice de Conversión Alimenticia por acuario y por tratamiento durante todo el experimento

Conversión Alimenticia Posterior al Incremento de Temperatura:

Semana	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9
G. C.	2.02	1.57	1.91	3.23	4.04	1.575	5.31	1.32	5.51
T # 1	2.17	2.41	0.56	4.07	5.51	2.422	6.05	1.81	5.723
T # 2	2.63	2.44	0	2.9	6.02	2.16	5.2	1.4	6.72
T # 3	2.33	1.72	0.91	1	5.022	3.61	5.29	1.23	4.74

Tabla de valores # 8 Registro promedio del Índice de Conversión Alimenticia durante cada semana del experimento.

Mortalidad y Sobrevivencia:

Resultados:

La mortalidad encontrada fue mínima, ya que únicamente murieron cuatro organismos en distintos tratamientos que no fueron reemplazados debido a que su muerte ocurrió en alguna etapa avanzada del experimento. Lo cuál no altera de manera significativa los resultados obtenidos.

Grupo	Mortalidad		Sobrevivencia		
	Individuos por Acuario	% Mortalidad por Acuario	% Mortalidad Tratamiento	%Sobrevivencia por Acuario	%Sobrevivencia por Tratamiento
Grupo Control			4.76 %		95.23 %
Acuario A	0	0.0 %		100 %	
Acuario B	1	14.3 %		85.7 %	
Acuario C	0	0.0 %		100 %	
Tratamiento # 1			9.52 %		90.4 %
Acuario D	2	28.6 %		71.4 %	
Acuario E	0	0.0 %		100 %	
Acuario F	0	0.0 %		100 %	
Tratamiento # 2			4.76 %		95.23 %
Acuario G	0	0.0 %		100 %	
Acuario H	1	14.3 %		85.7 %	
Acuario I	0	0.0 %		100 %	
Tratamiento # 3			4.76 %		95.23 %
Acuario J	1	14.3 %		85.7 %	
Acuario K	0	0.0 %		100 %	
Acuario L	0	0.0 %		100 %	

Tabla de valores # 9 Porcentaje de Mortalidad y Sobrevivencia por Tratamiento y Acuario durante la realización del experimento.

Los decesos ocurrieron durante el transcurso de la tercera semana en el grupo control y Tratamiento # 1, y durante la semana 5 en el Tratamiento # 2.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizó el método estadístico de regresión lineal para comparar los distintos tratamientos y determinar la existencia de diferencias significativas que indiquen la existencia de crecimiento compensatorio.

Longitud Total:

Al realizar la evaluación de la Longitud Total en los datos obtenidos durante todas las semanas de duración del experimento, únicamente se registró una diferencia significativa al comparar al Grupo Control con el Tratamiento # 1.

Al comparar el Grupo Control con los Tratamientos Experimentales # 2 y # 3 no se registró ninguna diferencia significativa. Y tampoco se registró alguna diferencia significativa al comparar el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 2 y el Tratamiento # 3, o al comparar el Tratamiento # 2 con el Tratamiento # 3.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia No significativa	Valor (p)
C – T1	+		0.017
C – T2		+	0.3091
C – T3		+	0.9878
T1 – T2		+	0.3162
T1 – T3		+	0.2332
T2 – T 3		+	0.56

Tabla 1 Evaluación de la Longitud Total durante todo el experimento.

Después del incremento de Temperatura, al comparar el Grupo Control con el Tratamiento # 1 sí se encontraron diferencias significativas, al igual que al compararlo con el Tratamiento # 2 y al compararlo con el Tratamiento # 3.

De igual manera, en la fase posterior al incremento de temperatura, al comparar el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 2, al comparar el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 3 y al comparar el Tratamiento # 2 con el número # 3; no se registró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1	+		0.0081
C – T2	+		0.0097
C – T3	+		0.043
T1 – T2		+	0.86
T1 – T3		+	0.4530
T2 – T 3		+	0.46

Tabla # 11 Evaluación de la Longitud Total durante el período posterior al incremento de temperatura.

Longitud Patrón:

No se registró ninguna diferencia significativa al realizar la evaluación de la Longitud Patrón en los datos obtenidos durante todas las semanas de duración del experimento.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia No significativa	Valor (p)
C – T1		+	0.1057
C – T2		+	0.3284
C – T3		+	0.9491
T1 – T2		+	0.6100
T1 – T3		+	0.3474
T2 – T 3		+	0.5647

Tabla # 12 Evaluación de la Longitud Patrón durante todo el experimento.

Pero al realizar la evaluación en la fase posterior al incremento de temperatura, si se encontraron diferencias significativas al comparar al Grupo Control con los Tratamientos # 1, # 2, y # 3.

Durante el mismo periodo, en la fase posterior al incremento de temperatura, al comparar los Tratamientos # 1 con el Tratamiento # 2, el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 3 y al realizar la

Análisis de Resultados

comparación entre el Tratamiento # 2 y el Tratamiento # 3 no se encontró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1	+		0.002
C – T2	+		0.019
C – T3	+		0.036
T1 – T2		+	90
T1 – T3		+	0.8062
T2 – T 3		+	0.89

Tabla # 13 Evaluación de la Longitud Patrón durante el período posterior al incremento de temperatura.

Altura:

Al realizar la evaluación de la Altura en los datos obtenidos durante todas las semanas de duración del experimento, no se registró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1		+	0.26
C – T2		+	0.56
C – T3		+	0.21
T1 – T2		+	0.15
T1 – T3		+	0.09
T2 – T 3		+	0.32

Tabla # 14 Evaluación de la Altura durante todo el experimento.

Y al realizar la comparación del período posterior al incremento de temperatura, en los datos obtenidos entre el Grupo Control con el Tratamiento # 1, con el Tratamiento # 2, y con el Tratamiento # 3, sí se encontró una diferencia significativa.

También se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos # 1 y # 2, al igual que entre los tratamientos # 1 y # 3.

Análisis de Resultados

En el mismo lapso, el período posterior al incremento de temperatura, no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos # 2 y # 3.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1	+		0.0022
C – T2	+		0.047
C – T3	+		0.029
T1 – T2	+		0.028
T1 – T3	+		0.0026
T2 – T 3		+	0.431

Tabla # 15 Evaluación de la Altura durante el período posterior al incremento de la temperatura.

Perímetro torácico.

Al realizar la evaluación de los datos obtenidos del Perímetro Torácico durante todas las semanas de duración del experimento, no se registró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1		+	0.3150
C – T2		+	0.6051
C – T3		+	0.8350
T1 – T2		+	0.9442
T1 – T3		+	0.4786
T2 – T 3		+	0.6003

Tabla # 16 Evaluación del Perímetro Torácico durante todo el experimento.

Pero en el período posterior al incremento de temperatura, al realizar la comparación entre el Grupo Control con el Tratamiento # 1, sí se registró una diferencia significativa.

En este mismo lapso, no se registró ninguna diferencia significativa al comparar el Grupo Control con los Tratamientos # 2 y # 3, de igual manera, no se registró ninguna diferencia significativa al comparar el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 2 y el # 3, ni al comparar los Tratamientos # 2 y # 3 entre sí.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia no significativa	Valor (p)
C – T1	+		0.019
C – T2		+	0.073
C – T3		+	0.1156
T1 – T2		+	0.717
T1 – T3		+	0.5270
T2 – T3		+	0.7988

Tabla # 17 Evaluación del Perímetro Torácico durante el período posterior al incremento de temperatura.

Peso:

Al realizar la evaluación del Peso en los datos obtenidos durante todas las semanas de duración del experimento, no se registró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia No significativa	Valor (p)
C – T1		+	0.2818
C – T2		+	0.8068
C – T3		+	0.9106
T1 – T2		+	0.2535
T1 – T3		+	0.2384
T2 – T3		+	0.8827

Tabla # 18 Evaluación del Peso, durante todo el experimento.

En la fase posterior al incremento de la temperatura, al comparar el peso de los diversos tratamientos únicamente se percibe una diferencia significativa entre el Grupo Control con el Tratamiento # 1.

Al comparar el Grupo Control con el Tratamiento # 2, el Grupo Control con el Tratamiento # 3, el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 2, el Tratamiento # 1 con el Tratamiento # 3; y el Tratamiento # 2 con el Tratamiento # 3. No se encontró ninguna diferencia significativa.

Comparación	Diferencia Significativa	Diferencia No significativa	Valor (p)
C - T1	+		0.0047
C - T2		+	0.0778
C - T3		+	0.087
T1 - T2		+	0.6661
T1 - T3		+	0.5136
T2 - T 3		+	0.8808

Tabla # 19 Evaluación del Peso durante el período posterior al incremento de la temperatura.

DISCUSIÓN

La temperatura es la única variable fisicoquímica manipulada, todas las demás se mantuvieron estables, eliminando la variación para que todos los efectos sean resultados de la acción directa de la temperatura, que únicamente fue modificada en los períodos previamente establecidos.

La principal variable para un desove óptimo no es la temperatura; sino la proporción de proteína en la alimentación de los reproductores y Abdel – Fattah (2003) recomienda como dosis óptima el 40 % de proteína en la dieta, para satisfacer este requerimiento, en el presente estudio se utilizó un preparado comercial como alimento completo de los organismos experimentales, a pesar de que la finalidad era observar el crecimiento, y no la reproducción.

Uribe (1988) proporcionó alimento balanceado en proporción al 3 % del peso vivo al proyectar experimentalmente el cultivo de tilapia en invernadero. De igual manera, se proporcionó el 3 % del peso vivo por considerarlo la dosis adecuada para juveniles en crecimiento.

Siraj (1988) encontró buen crecimiento cuando las tilapias tienen acceso libre al alimento, pero presentan mala conversión alimenticia. Lo cual implica un desperdicio de alimento, motivo por el cual recomienda que la frecuencia óptima es alimentar dos veces al día. Por esta razón se determinó alimentar a los organismos experimentales dos veces al día con 1.5 % del peso vivo por acuario, en cada una de ellas.

Mortalidad y Supervivencia:

Axelrod (1993) comenta que, desafortunadamente, por muchos cuidados que se tengan, resulta inevitable que no todos los ejemplares sobrevivan.

Wang y Cui (2000) Reportaron que el rango de mortalidad fue de cero a dos peces por tanque durante el periodo de restricción, y de cero a uno organismos por tanque durante el periodo de realimentación. La mortalidad encontrada por ellos se debe principalmente a las heridas ocasionadas por un incremento de la conducta agresiva.

Lo que es apoyado por Johansen *et al.* (2001) que dice que la desigual adquisición del alimento puede resultar en un incremento de la variabilidad del crecimiento como consecuencia de la competencia por el recurso; especificando que, cuando la disponibilidad de alimento decrece, la competencia por este recurso generalmente se incrementa. Los organismos dominantes pueden monopolizar el suministro de alimento y desarrollar mayores proporciones.

En el presente estudio, no se registró ningún signo que pudiera indicar el incremento de la conducta agresiva durante el experimento.

La sobrevivencia en todos los casos de este experimento es superior al 90 %, por lo tanto se considera la mortalidad existente como mortalidad normal y no como originada por algún factor en particular.

No se sacrificó ningún organismo en ninguna de las fases de experimentación, debido a que se considera que las biometrías realizadas cumplen adecuadamente los parámetros de muestreo. Esto es un ejemplo que puede servir de base a experimentos posteriores en estanquería de producción, ya que muchos acuicultores no permiten la investigación en sus estanques por considerar que es indispensable sacrificar organismos, lo cual representa una merma económica para ellos.

Conversión Alimenticia:

Saether y Jobling (1999) monitorearon el consumo de alimento individual utilizando radiografías, para lo cual, una hora después del consumo de alimento, los peces fueron anestesiados con benzocaína, ambas técnicas hasta la fecha han sido muy discutidas, por lo que su uso no se ha generalizado. De la misma manera, Johansen *et al*, (2001) cuantificó el consumo individual de alimento utilizando radiografías.

Xie *et al.*, (2001) menciona que el crecimiento compensatorio es usualmente acompañado por hiperfagia y a veces mejora la eficiencia de crecimiento.

Wang y Cui (2000) Observaron hiperfagia en su estudio con híbridos de *O. mossambicus* x *O. niloticus*, pero no encontraron ninguna diferencia significativa en la eficiencia alimenticia al compararla con su grupo control.

Los resultados de Díaz *et al* (2002) demostraron que en relación con el consumo diario de alimento, el ayuno provocaba un incremento en este parámetro durante la fase de realimentación respecto al control, que era tanto mayor cuanto mayor había sido el tiempo de ayuno previo.

Esto suponía que en los días posteriores a la crisis, los peces ingerían más alimento que el control. Pero al realizar la evaluación global del experimento encontró que los peces, ingirieron una cantidad menor de alimento a la del grupo control, lo que supuso una mejora del índice de conversión alimenticia en todos los casos, lo cual menciona como un indicador característico del estado de crecimiento compensatorio.

Tian y Qin (2003) observaron la existencia de hiperfagia en todos los peces que ayunaron antes del periodo de realimentación, pero no registraron diferencias significativas en la

Discusión

eficiencia de la conversión alimenticia y aparente tasa digestiva entre grupos durante el periodo de realimentación. Encontraron que incrementar la cantidad de alimento suministrado durante el periodo de realimentación fue la mayor causa de crecimiento compensatorio en *L. calcarifer*.

Sin embargo, en el presente estudio se encontró que la temperatura de 20 ° C no inhibe totalmente el consumo de alimento, por lo que no se registró un periodo de ayuno, ni alguna alteración drástica o significativamente perceptible, en el consumo del alimento suministrado, aunque sí se registro una variación positiva perceptible en la conversión alimenticia del tratamiento experimental # 1.

Datos Merísticos:

Merino Ibarra (2000) menciona que una vez programadas las actividades y procedimientos a realizar, la responsabilidad de realizarlas debe distribuirse de manera clara entre los miembros de cada equipo y mantenerse dicha distribución durante toda la campaña oceanográfica o muestreo. Si bien puede resultar menos agradable, la realización de cada actividad siempre por la misma persona, redundo en una reducción importante de los errores, y en un aumento de la calidad de los datos.

Por esta y otras razones, todas las actividades incluyendo biometrías, alimentación, pesaje del alimento, revisión diaria, limpieza de tanques, o cualquier otra, fueron realizadas siguiendo un sistema predeterminado y siempre por la misma persona, con lo cual se disminuye considerablemente la posibilidad de error.

Xie *et al.*, (2001) comenta que la perturbación causada por el frecuente pesaje (una vez a la semana) en el estudio que realizó puede ser una razón de la alta variación individual en la eficiencia de crecimiento.

Discusión

A pesar de esto, en el presente estudio se realizaron las biometrías semanalmente, cuantificando en cada una de ellas, Longitud Total, Longitud Patrón, Altura, Perímetro Torácico y Peso Vivo.

Longitud Total:

Zhu *et al.* (2001) Reportó que la relación longitud - peso no difiere significativamente entre el inicio y el final del experimento.

En desacuerdo con esto, Paul *et al.* (1995) encontró que todos los grupos examinados en su estudio, presentan una gran variedad de tamaño

Como fue posible observar en los datos obtenidos durante la realización de este experimento, durante todas las semanas, únicamente se presenta una diferencia significativa al comparar el grupo control con el tratamiento # 1; pero al compararlos después del período en el cual disminuyó la temperatura, se encontraron diferencias significativas en todos los Tratamientos al compararlos con el Grupo Control, lo que confirma la existencia de crecimiento compensatorio en un período posterior al incremento de la temperatura.

Al observar la gráfica # 1 es notable que el Tratamiento experimental # 1, con una sola semana de enfriamiento, presenta una ligera sobrecompensación, que sí resulta significativa, a diferencia de los Tratamientos # 2 y # 3, con dos y tres semanas de enfriamiento respectivamente, presentan únicamente una compensación parcial, que sin embargo, no resulta significativa.

De hecho, por medio de los resultados obtenidos nos fue posible observar el descenso de la tasa de crecimiento del Tratamiento Experimental # 3, que alcanza su punto más bajo

Discusión

al final de la tercera semana de enfriamiento; e inmediatamente después un notable incremento de la tasa de crecimiento, que se reduce conforme pasa el tiempo.

Longitud Patrón:

Al analizar las tablas de valores obtenidos y realizar la regresión lineal correspondiente, no encontramos ninguna diferencia significativa durante las nueve semanas de duración del experimento.

Sin embargo en la fase posterior al incremento de la temperatura, se registraron diferencias significativas en todos los tratamientos al compararlos con el grupo control.

Lo cual nos indica que el crecimiento compensatorio se produce en un momento posterior a la inhibición del crecimiento normal, y, si este no se inhibe, no se desencadena el impulso para desarrollar el crecimiento compensatorio en ese momento.

Al analizar la gráfica de este parámetro, se observa una sobrecompensación significativa en el Tratamiento # 1, y un descenso de la velocidad de crecimiento de los Tratamientos # 2 y # 3, para posteriormente elevar su tasa de crecimiento durante las semanas posteriores al regreso de la temperatura de 28 ° C, velocidad que disminuye conforme pasa el tiempo; en estos dos últimos tratamientos no se alcanza la compensación total, pero la diferencia no resulta estadísticamente significativa.

Altura:

Aquí se observan diferencias significativas al comparar todos los Tratamientos Experimentales entre sí y con el Grupo Control, exceptuando la comparación entre el

Discusión

Tratamiento # 2 y el Tratamiento # 3, pero al comparar el crecimiento de todo el período experimental, no encontramos ninguna diferencia significativa, lo que es una prueba más de la existencia de crecimiento compensatorio en esta especie.

La Gráfica # 3 muestra una Sobrecompensación mucho más notoria del Tratamiento experimental # 1, y compensación parcial en los tratamientos # 2 y # 3.

Perímetro Torácico:

Al contrario del caso anterior, aquí no se presenta ninguna diferencia significativa excepto en la comparación del grupo control con el tratamiento # 1, en el período posterior al incremento de la temperatura, y no hay diferencias significativas en ninguna de las demás comparaciones estadísticas.

Al observar la gráfica # 4 se observa que los Tratamientos # 2 y # 3, presentan la misma tendencia que en las evaluaciones anteriores, pero sin que esta resulte significativa.

Peso:

La única diferencia estadísticamente significativa es la del Grupo Control comparado con el Tratamiento Experimental # 1, en la fase posterior al incremento de la temperatura, que presenta una ligera sobrecompensación.

Sin embargo, los Tratamientos # 2 y # 3, se mantienen con una compensación parcial, aunque con una notoria tendencia a la alza.

Zhu *et al.* (2001) registró una compensación completa en lo que respecta al peso.

Discusión

Como ya se ha mencionado antes, el peso probablemente es el parámetro más importante para el productor.

Xie *et al.*, (2001) reportó que las diferencias en peso corporal fueron significativas al iniciar la realimentación, pero el peso corporal final no fue significativamente diferente entre los distintos grupos. Razón por la cuál concluye que no hubo diferencias significativas en el peso corporal entre el grupo control y grupos de ayuno, lo que indica compensación completa de los grupos de ayuno dentro de las siguientes dos semanas de realimentación.

Tian y Quin (2003) muestran que el peso de sus tratamientos experimentales S1, S2 y S3 de los peces fue 63 %, 32 % 14 % del pez control al final del periodo de privación.

El grupo restringido presentó una compensación completa del pobre crecimiento obtenido durante el periodo de restricción. (Johansen *et al*, 2001)

Johansen *et al*, (2001) reportó que la tasa de crecimiento de algunos tratamientos incluso fue mayor que el control al final del experimento, lo cual indica un potencial de sobrecompensación en *Salmo salar*. Pero en términos generales al final del experimento el peso total fue de 74 % comparado con el grupo control.

El peso de todos los peces se incrementó significativamente durante todo el experimento, pero los peces que fueron expuestos al periodo de restricción presentaron un incremento mayor que el grupo control, (Saether y Jobling 1999)

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que sí existe la capacidad de desarrollar crecimiento compensatorio en *Oreochromis niloticus*.

Con base en los mismos resultados, se determinó que la temperatura de 20 ° C no es suficiente para inhibir el consumo de alimento en *Oreochromis niloticus*, lo cual le permite desarrollarse y crecer de forma muy similar a la normal sin que requiera alguna estrategia de crecimiento compensatorio.

De igual manera, es posible asegurar que el crecimiento compensatorio de *Oreochromis niloticus*, le permite al organismo desarrollarse de forma normal, pero a una velocidad de crecimiento mucho mayor. Situación que presenta amplias posibilidades de aprovechamiento acuícola si se plantea una estrategia adecuada.

En la actualidad se desconocen los mecanismos fisiológicos que desencadenan y permiten la realización del crecimiento compensatorio, razón por la cual se recomienda la realización de estudios fisiológicos que permitan iluminar este oscuro panorama que la ciencia aún no ha podido revelar.

BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Fattah M. El-Sayed, Mansour-Catherine R., Altaf-Ezzat A. (2003) **"EFFECTS OF DIETARY PROTEIN LEVEL ON SPAWNG OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) BROODSTOCK REARED AT DIFFERENT WATER SALINITIES"**, Aquaculture 220 (2003) p. 619 – 632.
- Alvendia-Casasuay A. and Cariño V. S. (1988) **"GONADAL SEX DIFFERENTIATION IN *Oreochromis niloticus*"**, p. 121 – 124. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Amaya-Luna R. (1998) **"HERBIVORIA ARTIFICIAL Y CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN PLÁNTULAS DE 19 ESPECIES LEÑOSAS DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN CHAMELA, JALISCO."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 66.
- Auró-Angulo A. E. (2001) **"FUNDAMENTOS DE ACUACULTURA"** CD – ROM Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Axelrod-Herbert R. (1993) **"CRIANZA DE LOS PECES DE ACUARIO"** Editorial Hispano Europea. Barcelona, España.p 123.
- Balarin, J. D. (1988) **"DEVELOPMENT PLANNING FOR TILAPIA FARMING IN AFRICA"**, p. 531 – 538. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Bernal-Brooks F. W. (1984) **"ANÁLISIS DE LOS FACTORES RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN PESQUERA DE TILAPIA NILOTICA EN LA PRESA ADOLFO LÓPEZ MATEOS (INFIERNILLO), MICH-GRO."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 41.
- Cifuentes-Lemus J. L. Torres-García P. Frías M. M. (1990) **"EL OCÉANO Y SUS RECURSOS"** Tomo XI "Acuicultura". Fondo de Cultura Económica "La Ciencia Para Todos" México p 162.
- Diaz-Jaimes P. (1987) **"ESTUDIO ELECTROFORETICO DE LAS ESTERASAS EN LAS POBLACIONES DE TILAPIA SUJETAS A EXPLOTACIÓN EN EL ESTADO DE MORELOS."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 57.

Bibliografía

- Díaz-Abellán M. Arizcú E. Celis M. L. Alarcón F. J. (2002) **"EFECTO DE PERIODOS CORTOS DE AYUNO Y REALIMENTACIÓN EN EL DENTÓN (*Dentex dentex*) SOBRE LA INGESTA DE ALIMENTO Y CRECIMIENTO"** Journal Fish Biology, 56, 228 – 232.
- Fanjul M. L. (1998) **"BIOLOGÍA FUNCIONAL DE LOS ANIMALES"**. Siglo XXI México p 467, 468, 469.
- Galman, O. R., J. Moreau and R. Avtalion. 1988. **"BREEDING CHARACTERISTICS AND GROWTH PERFORMANCE OF PHILIPPINE RED TILAPIA"**, p 169 – 175. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- García-Alarcón A. (1995) **"ESTABLECIMIENTO DEL PATRÓN REPRODUCTIVO EN HEMBRAS DE *Oreochromis mossambicus* Peters, 1852 (Pisces: Cichlidae) CULTIVADAS EN ESTANQUES DE CONCRETO."** Tesis profesional, Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 66.
- Gonzáles-Corre, K. (1988) **"POLYCULTURE OF THE TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon*) WITH NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) IN BRACKISHWATER FISHPONDS"**, p. 15 – 20. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Guerrero, R. D. III and L. A. Guerrero . (1998) **"FEASIBILITY OF COMERCIAL PRODUCTION OF SEX-REVERSED NILE TILAPIA FINGERLINGS IN THE PHILIPPINES"**, P.183 – 186. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Jácome-Pérez L. Biólogo. (2002) **"EXPRESIONES MATEMÁTICAS Y BIOLÓGICAS DEL CRECIMIENTO EN PECES"**. Tesis Profesional Maestro en Ciencias, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México p 69.
- Jiménez-Duarte A. L. (1983) **"COMPORTAMIENTO DEL BORREGO PELIBUEY EN CRECIMIENTO COMPENSATORIO ALIMENTADO EN BASE A RASTROJO DE MAÍZ CON ÁLCALIS (NH_3 , $NaOH$, $Urea$)"** Tesis Profesional, Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. México p 25.

Bibliografía

- Jobling, M., Johansen, S. J. S. (1999) "**THE LYPOSTAT, HYPERPHAGIA Y CATCH – UP GROWTH**", *Aquaculture Research* 30, 473 – 478.
- Johansen, S. J. S. , Ekli, M., Stanges, B., Jobling, M., (2001) "**WEIGHT GAIN AND LIPID DEPOSITION IN ATLANTIC SALMON *Salmo salar*, DURING COMPENSATORY GROWTH: EVIDENCE FOR LIPOSTATIC REGULATION?**" *Aquaculture Research* 32, 963 – 974.
- Khater, A.A. and R. O. Smitherman. (1988) "**COLD TOLERANCE AND GROWTH OF THREE STRAINS OF *Oreochromis niloticus***", p. 215 – 218. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Kuo, H. (1988). "**PROGRESS IN GENETIC IMPROVEMENT OF RED HYBRID OF RED TILAPIA IN TAIWAN**" p. 219 – 221. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Kim M. L., Lovell, R. T. (1995) "**EFFECTS OF RESTRICTED FEEDING REGIMES ON COMPENSATORY WEIGHT GAIN AND BODY TISSUE CHANGES IN CHANNEL CATFISH *Ictalurus punctatus* IN PONDS**". *Aquaculture* 135, 285 – 293.
- Lazard, J., P. Morissens and P. Parrel. (1988) "**ARTISANAL AQUACULTURE OF TILAPIA IN WEST ÁFRICA: COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT CULTURE SYSTEMS AND THEIR LEVEL OF DEVELOPMENT**", P. 41 – 52. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Lightner, D., R. Rendman, L. Mohny, G. Dickenson and K. Fitzsimmons. (1988) "**MAJOR DISEASES ENCOUNTERED IN CONTROLLED ENVIRONMENT CULTURE OF TILAPIAS IN FRESH- AND BRACKISHWATER OVER A THREE – YEAR PERIOD IN ARIZONA**", P. 111-116. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Loeza-Fuentes M. E. (1993) **EFFECTO DEL OLAQUINDOX COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO EN TILAPIA (*Oreochromis mossambicus*)**. Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 64.

Bibliografía

- Merino-Ibarra M. (2000) **"MUESTREO EN OCEANOGRAFÍA QUÍMICA"** In: Granados, Barba, A., V. Solís Weiss y R.G. Bernal Ramírez (eds.). *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Posgrado en Ciencias del mar y Limnología, UNAM, México. 448p.
- Meza-Galván G. (1995) **"REVERSIÓN SEXUAL EN TILAPIA (*Oreochromis utolepis hornorum*)"** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 47.
- Moreno-Castillo L. A. (1991) **"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN POLLO DE ENGORDA UTILIZANDO DIFERENTES PROGRAMAS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA PARA EL CONTROL DEL SÍNDROME ASCÍTICO"** Tesis Profesional Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. México p 14.
- Msiska, O. V. (1988) **"PRELIMINARY STUDIES ON THE PERFORMANCE OF *Oreochromis shiranus chilwae* IN PONDS WITH RESPECT TO WATER QUALITY AND TEMPERATURE"**, p 63 – 68. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Ortiz J. C. Bechara J. A. Domitrovic H. A. (2003) **"UTILIZACIÓN DE DIETAS A BASE DE EXPELLER DE SOJA EN ENSAYOS DE CRECIMIENTO COMPENSATORIO DE PACÚ (*Piaractus mesopotamicus*)"** L. Aquaculture Research, 30, 647 – 653.
- Paéz-Osuna F. (2001) **"CAMARONICULTURA Y MEDIO AMBIENTE"** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Palacios-Ceballos, R. (1995) **"ESTUDIO DEL PATRÓN ESPERMATOGÉNICO DE LA TILAPIA DEL NILO *Oreochromis niloticus* (Pisces Cichlidae)."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 42. (a)
- Palacios-Sánchez S. E. (1995) **"ESTUDIO BIOLÓGICO PESQUERO DE LA TILAPIA *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) EN LA PRESA ADOLFO LOPEZ MATEOS (EL INFIERNILLO), MICHOACÁN – GUERRERO, MÉXICO."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 81. (b)
- Pandian, T. J. and K. Varadaraj. (1988) **"TECHNIQUES FOR PRODUCING ALL-MALE AND ALL-TRIPLOID *Oreochromis niloticus*"**, p.243-249. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

Bibliografía

- Paul, A.J: Paul, J. M. Smith, R. L. (1995) "**COMPENSATORY GROWTH IN ALASKA YELLOWFIN SOLE, *Pleuronectes asper*, FOLLOWING FOOD DEPRIVATION**" *Journal Fish Biology*, 56, 228 – 232.

- Payne, A. I ., J. Ridgway and J. L. Hamer. (1988) "**THE INFLUENCE OF SALT (NaCl) CONCENTRATION AND TEMPERATURE ON THE GROWTH OF *Oreochromis spilurus spilurus*, *O. mosambicus* AND A RED TILAPIA HYBRID**" p. 481 – 487. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

- Perschbacher, P. W. and R. B: Mcgeachin. 1988. "**SALINITY TOLERANCES OF RED HYBRID TILAPIA FRY, JUVENILES AND ADULTS**", p. 415 – 419. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

- Pruginin, y., L. Fishelson and A. Koren. (1988) "**INTENSIVE TILAPIA FARMING IN BRACKISHWATER FROM AN ISRAELI DESERT AQUIFER**", p. 75- 81. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

- Pullin, R.S.V. and J. B. Capili. (1988) "**GENETIC IMPROVEMENT OF TILAPIAS: PROBLEMS AND PROSPECTS**" , p. 259 – 266. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. (a)

- Pullin, R.S.V. and J. B. Capili. (1988) "**THE SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE**", p. 7 - 14. *In* R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. (b)

- Qian, X., Cui, Y., Xiong, B, Yang, Y., (2000) "**COMPENSATORY GROWTH, FEED UTILIZATION AND ACTIVITY IN GIBEL CARP, FOLLOWING FEED DEPRIVATION**". *Journal Fish Biology*. 46, 442 – 448.

Bibliografía

- Saether, B. S., Jobling, M., (1999) **"THE EFFECTS OF RATION LEVEL ON FEED INTAKE AND GROWTH, AND COMPENSATORY GROWTH AFTER RESTRICTED FEEDING, IN TURBOT *Scophthalmus maximus*"**. Aquaculture Research 30, 647 – 653.
- Salinas Torres, David. (1995) **"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN LA TILAPIA ROJA *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) PROMOVIDO MEDIANTE LA ADMINISTRACIÓN DE DOS ESTEROIDES."** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias UNAM. México p 53.
- Sánchez-Castro C. A. (2003) **"EVALUACIÓN DEL PROBIOTICO *Saccharomyces cerevisiae* COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO EN TILAPIA NILOTICA (*Oreochromis niloticus*)"** Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. México p 39.
- Siraj, S.S., Z. Kamaruddin, M. K. A. Satar and M. S. Kamaruddin. (1988) **"EFFECTS OF FEEDING FREQUENCY ON GROWTH, FOOD CONVERSION AND SURVIVAL OF RED TILAPIA (*Oreochromis mossambicus* / *O. niloticus*) Hybrid Fry."** , p. 383 – 386. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Srisakultiew, P. and K.L Wee (1988) **"SYNCHRONOUS SPAWNING OF NILE TILAPIA THROUGH HYPOPHYSATION AND TEMPERATURE MANIPULATION"**, p. 275 –284. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tongthuai and J. L. Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Starr T., Starr C., Starr T. (2001) **"BIOLOGY, THE UNITY AND DIVERSITY OF LIFE"** Brooks / Cole Pacific Grove, Ca U. S. A. Ninth Edition p 698.
- Tian X and Qin J. G. (2003) **"A SINGLE PHASE OF FOOD DEPRIVATION PROVOKED COMPENSATORY GROWTH IN BARRAMUNDI (*Lates calcarifer*)"**. Aquaculture 224 (2003) p. 169 – 179.
- Uribe Nájera, Ernesto. (1988) **"ES POSIBLE EL CULTIVO DE TILAPIA EN INVERNADERO"** Acuavisión 12 (1988) p. 4 – 7.
- Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y., Cai, F., (2000) **"COMPENSATORY GROWTH IN HYBRID TILAPIA, *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus* REARED IN SEAWATER"**. Aquaculture 189, 101 – 108.

Bibliografía

- Xie, S., Zhu X., Cui, Y., Wootton, R.J., Lei, W., Yang, Y., (2001) "**COMPENSATORY GROWTH IN THE GIBEL CARP FOLLOWING FEED DEPRIVATION: TEMPORAL PATTERNS IN GROWTH, NUTRIENT DEPOSITION, FEED INTAKE AND BODY COMPOSITION**". J. Fish Biol. 58, 999 – 1009.
- Zhu, X., Cui, Y., Ali, m., Wootton, R. J. (2001) "**COMPARISON OF COMPENSATORY GROWTH RESPONSES OF JUVENILE THREE-SPINED STICLEBACK AND MINNOW FOLLOWING SIMILAR FOOD DEPRIVATION PROTOCOLS**" Journal Fish Biology 58, 1149 – 1165.