



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

97  
2ej

**Efecto del Olaquinox como  
Promotor de Crecimiento en Tilapia  
(Oreochromis mossambicus)**

Peter 1852.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

MARIA ELENA LOEZA FUENTES

DIRECTORA : M. V. Z. Ana Auró de Ocampo

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Asesor: Biol. Rosa Mártha Ortega Lojero

MEXICO D. F.

MAYO 1993



## **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 está 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.

# INDICE

	RESUMEN	1
I	INTRODUCCION	2
1.1	LA ACUICULTURA COMO RECURSO	2
1.2	Dietas artificiales	2
1.3	Aditivos alimenticios	3
1.4	Crecimiento	3
1.5	Promotores del crecimiento	4
1.5.1	Antecedentes históricos	4
1.5.2	Mecánismo de acción	5
II	ANTECEDENTES	8
2.1	Uso de promotores del crecimiento, en peces	8
2.2	Características del compuesto utilizado	11
2.3	Características de la especie tratada con el promotor	13
2.3.1	Descripción de la especie	13
2.4	Objetivos	15
III	MATERIAL Y METODO	16
3.1	Selección y manejo de los organismos	16
3.2	Diseño experimental	16
3.3	Manejo estadístico de resultados	18
IV	RESULTADOS	19
V	DISCUSION	21
VI	CONCLUSIONES	23
	APENDICE	24
Fig.1	<i>Oreochromis mossambicus</i>	a
Fig.2	Mapa empírico de marcaje	b

<b>Cuadro 1</b>	<b>Análisis de varianza de los pesos iniciales</b>	<b>c</b>
<b>Cuadro 2</b>	<b>Análisis de varianza aplicado a los pesos finales</b>	<b>d</b>
<b>Cuadro 3</b>	<b>Análisis de varianza aplicado a los pesos finales</b>	<b>e</b>
<b>Tabla 1</b>	<b>Comparación de los incrementos en peso en el grupo control y experimentales</b>	<b>f</b>
<b>Gráfica 1</b>	<b>Comparación de los pesos promedios observados semanalmente en el grupo control y experimentales</b>	<b>g</b>
<b>Tabla 2</b>	<b>Incrementos semanales en el peso de lo organismos tratados</b>	<b>h</b>
<b>Gráfica 2</b>	<b>Ganancia en peso semanal en <i>O. mossambica</i> con Olaquinox</b>	<b>i</b>
<b>Tabla 3</b>	<b>Índice de conversión alimenticia y eficiencia bruta</b>	<b>j</b>
<b>Referencias</b>		<b>34</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo, se investiga el efecto del OLAQUINDOX como posible promotor de crecimiento en juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus*), con objeto de producir mayor cantidad de proteína de origen ictico en el menor tiempo posible, optimizando así el espacio y la infraestructura en granjas piscícolas.

El Olaquindox fue suministrado a dosis de 25, 50, 100 y 150 ppm por kilogramo de alimento balanceado, también se manejo un lote control al cual no se le agregó el promotor.

Cada lote experimental estuvo constituido por 10 organismos juveniles con un peso promedio de 4.9 gramos a los que se alimentaban con el 3 por ciento de la biomasa total. El bioensayo tuvo una duración de 14 semanas.

La evaluación del crecimiento se determinó por los incrementos semanales en peso de los organismos, las dosis de 25 y 50 ppm de Olaquindox mostraron una ganancia en peso de 1.05 y 1.17 gr respectivamente, pero las dosis de 100 y 150 ppm tuvieron incrementos de 0.60 y 0.80 gr.

A estos resultados se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) el cual demostró que las diferencias de peso obtenidas en los diferentes bioensayos, no fueron estadísticamente significativos.

## INTRODUCCION

### 1.1 La Acuicultura como recurso

Desde la antigüedad la necesidad de obtener alimentos y de optimizar su producción masiva, ha impulsado al hombre a explotar intensamente los recursos que se encuentran en la tierra o en el agua, así como a utilizar diversas fuentes de energía para lograrlo.

Actualmente, y gracias a los avances tecnológicos que entre otras cosas han favorecido el uso de sustancias tales como vitaminas, antibióticos, sales metálicas, así como la sustitución de proteína animal por proteína vegetal, se ha logrado incrementar la producción y disponibilidad de los alimentos.

El desarrollo de actividades como la agricultura, ganadería, explotación pesquera y acuicultura, son de suma importancia ya que constituyen la principal fuente de los productos alimenticios necesarios para abastecer a una población en constante y rápido crecimiento.

El desarrollo de la acuicultura a nivel mundial, marca hoy día un cambio semejante al que produjo en términos de abasto de alimentos, la transición de la recolección en la agricultura, es decir, mayor seguridad en la obtención de alimento e incremento en la calidad y cantidad del producto obtenido (Rodríguez, 1988).

Para ello, en la moderna acuicultura, se ensayan métodos para la alimentación artificial de las especies buscando acortar los ciclos naturales de producción de las mismas, considerando un óptimo rendimiento animal a bajo costo, para que de este modo, puedan estar al alcance de la población consumidora satisfaciendo sus necesidades de alimentación.

### 1.2 Dietas artificiales.

En la práctica piscícola el problema para el desarrollo de una dieta completamente artificial, es el alto requerimiento de proteína animal que muchas especies lo necesitan, lo que contribuye a que los costos en la elaboración de alimentos para peces sean muy altos (Rodríguez, 1988).

Jackson et al. (1982), demostraron la posibilidad de abatir el alto costo de la proteína animal necesaria para producir el alimento de los peces utilizando fuentes de proteína vegetal como cacahuete, frijol de soya, semillas de girasol, aceite de colza (nabo silvestre), y semillas de algodón, todas ellas con un costo más bajo.

Así, resulta de gran importancia que las empresas elaboradoras de alimento artificial generen productos de alta calidad que cumplan con los requerimientos nutricionales de los organismos para cada una de sus fases de cultivo, con el fin de lograr que los organismos se desarrollen en el menor tiempo posible, y al más bajo costo, sin descuidar la calidad del producto.

Para lograr lo anterior se puede contar con los aditivos, clasificación que se les da a todos aquellos ingredientes que, adicionados a los alimentos, mejoran en alguna forma la apariencia, calidad, palatabilidad, aceptación, digestión, la absorción o el metabolismo de los alimentos, su viabilidad durante el almacenamiento, aunque pueda ser o no esencial para la nutrición del animal (Rodríguez, 1988).

### 1.3 Aditivos Alimenticios.

Entre los aditivos que se han utilizado para la preparación de alimentos para peces tenemos la dextrina con carboximetilcelulosa, polisacárido que suministrado a razón de 0, 3, 6, 9 y 12 %, mejora el crecimiento y la conversión alimenticia del besugo (*Pagellus centrodontus*), (Morita et al, 1982).

Kono et al (1987) observaron incrementos en el crecimiento del besugo cuando suplementó su dieta con celulosa al 10 %.

Otros autores que han tratado con la celulosa como aditivo son:

Dioundick y Stom (1990) los cuales añadieron celulosa (en porcentajes de 0, 2.5, 5, 7.5 y 10 %), a la dieta de *Oreochromis mossambicus*. Ellos observaron que la mejor tasa de crecimiento y sobrevivencia así como el más alto factor de conversión alimenticia, se obtenía con dietas suplementadas con 2.5 y 5 por ciento de celulosa. Por el contrario, las tilapias que alimentaron con dietas conteniendo 10 % de celulosa, no demostraron incremento en su crecimiento.

Por otra parte Kok y Wang (1987) han suministrado a *O. niloticus* hojas remojadas de *Leucaena leucephala* como fuente de proteína, obteniendo un mayor crecimiento que en aquellos organismos alimentados con la hoja seca o con alimento comercial.

Anderson et al. (1984) alimentaron a *O. niloticus* por 63 días con diferentes dietas a base de glucosa sucrosa, dextrosa, almidón y celulosa, observando que el crecimiento de esta especie se mejora hasta en un 40 %.

Appler y Jauncey (1983) utilizaron el alga filamentososa *Cladophora glomerata* a razón de 0, 5, 10, 15 y 20 por ciento del alga en juveniles de *Sarotherodon niloticus*. Se formularon 5 dietas. Los valores más altos en la digestibilidad de la proteína fueron encontrados en las dietas con 5 y 10 por ciento del alga. El peso ganado y la utilización de la proteína decrecieron cuando el nivel del alga se incremento en las dietas 3 a la 5.

### 1.4 Crecimiento

Se ha definido el crecimiento en los animales como la agregación de elementos estructurales o camosos, por lo que se habla de las proteínas. El crecimiento de los peces, en particular, es de gran importancia para el hombre por ser el explotador y administrador potencial de las poblaciones de peces.

El crecimiento es considerado como un proceso complejo, puede medirse el crecimiento por el cambio de longitud o peso de un pez individual o un grupo de peces entre dos tiempos de muestreo.

Existen varias definiciones con respecto al crecimiento de un organismo y todas están enfocadas hacia la construcción de tejido (mediante la asimilación de alimento) corporal lo que se traduce tanto en un aumento en talla como en biomasa.

Brett (1979), define el crecimiento como la ingestión de alimento, digestión, asimilación, gasto metabólico y excreción, y que termina en el depósito de material animal.

Vasnetsov (1947), considera que el crecimiento de un pez resulta del consumo de alimento, su asimilación y la construcción del cuerpo del organismo.

Jones (1976), establece que el crecimiento es el cambio de tamaño de un organismo viviente con la edad.

Weatherley (1972), define al crecimiento como el cambio en tamaño (peso, longitud, volumen) con el tiempo.

Sin embargo, una definición más exacta es la citada por Royce (1972) que dice: El crecimiento es la adición de material el cual es organizado totalmente dentro del organismo. (Gómez, 1992).

### **1.5 Promotores Del Crecimiento**

La utilización de promotores del crecimiento está destinada a mejorar la eficiencia digestiva, a disminuir los índices normales de consumo del alimento y a mantener o acelerar la tasa de crecimiento (Coates, 1963).

Aunque no son las únicas, entre las principales sustancias promotoras del crecimiento se encuentran los compuestos hormonales y esenciales para la producción, también están los antibióticos; que son producidos por los microorganismos como defensa para inhibir o reducir el crecimiento de otros (Sumano, 1988 y Walton, 1990).

#### **1.5.1 Antecedentes históricos.**

Los agentes promotores del crecimiento han sido objeto de un intenso estudio desde que fueron introducidos originalmente a la actividad agropecuaria a principios de la década de 1950, debido a que el efecto de estos promotores se inicia con el descubrimiento de que los residuos de la fermentación industrial de ciertos antibióticos, pueden utilizarse como fuente de proteína animal. Dado que dichos residuos contienen vitamina B<sub>12</sub>, se pensó en un principio que su acción podría ser por la presencia de ésta, aunque posteriormente se comprobó que los efectos de la vitamina B<sub>12</sub> y el antibiótico son independientes (Labs. Bayer).

En 1950, fue reconocido oficialmente en E.E.U.U. el valor de estas sustancias en la alimentación animal. Desde esa fecha, se ha utilizado en un gran número de países sin encontrarse efectos adversos en los animales tratados o en el consumidor (Cercós 1957).

La acción de los antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación porcina, data de 1949, cuando se demuestra que los subproductos de la elaboración de la clortetraciclina incrementaba el crecimiento en cerdos.

Los posibles efectos de los agentes promotores de crecimiento propios de los antibióticos, se han ensayado en diversas clases de animales rumiantes, pollos y cerdos, con la finalidad de mejorar su rendimiento (Labs. Bayer).

### 1.5.2. Mecanismo de Acción.

A pesar de que los efectos de ciertos antibióticos como aceleradores del crecimiento de animales están bien establecidos, el mecanismo de su acción todavía es poco conocido, por lo que se ha llegado a plantear varias hipótesis para explicar su forma de acción:

- Que los antibióticos actuarían indirectamente sobre los microorganismos del intestino (teoría entérica).
- Los antibióticos tendrían un "efecto directo de vitamina" sobre los animales (Hipótesis parental) (Cercós, 1957).

La posibilidad de que los antibióticos tengan algún efecto directo, como el de las vitaminas, es difícil, dado que poseen constitución química diferente a los factores de crecimiento. Sin embargo, las vitaminas a concentraciones determinadas, poseen actividad antimicrobiana (Cercós, 1957).

Existe otra posibilidad de acción del promotor de crecimiento, y es la de que los antibióticos actúen sobre la microflora del intestino, esta posibilidad es la más aceptada y está sostenida por el hecho de que los efectos de estas sustancias son más marcados cuando los animales se encuentran bajo condiciones sanitarias deficientes, poseyendo escaso efecto sobre el desarrollo de los animales libres de gérmenes (Walton, 1990).

Estos eventos fundamentan el hecho de que los microorganismos patógenos no son los responsables de la depresión del crecimiento, la cual es probablemente causada por una variedad de factores, tales como: la producción de amoníaco a partir de urea, los productos de transformación bacteriana de los ácidos biliares y la desconjugación de las sales biliares por Streptococcus faecium.

Otro modo de acción que se ha propuesto, se relaciona con la actividad de la enzima colitaurina hidrolasa en el intestino delgado. Se ha visto que varios antibióticos reducen su actividad enzimática la cual se asoció con un mejoramiento en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia (Walton, 1990 y Sumano, 1988).

El entendimiento de los mecanismos de acción de los promotores de crecimiento, esta íntimamente relacionado con el comportamiento ecológico de las numerosas y variadas bacterias que están presentes en el tracto intestinal. (Walton, 1990).

Las diferencias histológicas en animales no tratados y tratados con promotores, son las siguientes:

- En el intestino de los organismos no tratados hay un engrosamiento en la pared del intestino además de que su superficie es áspera. Este engrosamiento esta dado por una capa de células heterófilas que se producen como respuesta de un gran número de bacterias presentes y el aspecto áspero al gran número de vellosidades asociadas con la absorción de minerales, vitaminas, carbohidratos, y aminoácidos del alimento presentes en el intestino (Walton, 1990).
- Por el contrario, en los organismos tratados, al adicionarse al alimento el promotor, hay una disminución en la inflamación debida a la reducción en el número de células inflamatorias presentes por debajo de la superficie más suave, debido a que las vellosidades son más cortas y más gruesas, eliminándose menos cantidad de proteínas de la capa superficial hacia el lumen intestinal (Walton, 1990).

En los animales no tratados, se encuentran bacterias en grandes cantidades hacia el centro del intestino, presentándose adheridas a las vellosidades intestinales, lo que provoca una estimulación en la producción de células inflamatorias.

En los animales tratados, las bacterias se encuentran en grandes cantidades, pero presentan diferencias; en *Escherichia coli* parece tener pequeños orificios o lesiones, lo que hace que sea más susceptible a ser destruida por diversos agentes incluyendo a los antibióticos; también evita su adhesión a vellosidades intestinales y por lo tanto reduce el contacto entre ellas y otros órganos evitando así la formación de células inflamatorias, por lo que no desarrollan una constricción en el centro de ellas, y esto hace que no se puedan generar las nuevas bacterias (Walton, 1990).

En los animales no tratados, las bacterias participan en la degradación del material alimenticio, produciendo una variedad de compuestos químicos como vitaminas y aminoácidos, aunque algunos de éstos son tóxicos, los que deben ser degradados o convertidos en sustancias inocuas, las cuales son eliminadas como productos de desecho. Gran parte de la energía procedente de la dieta se utiliza para que el animal convierta estas sustancias tóxicas en inocuas.

En los animales tratados con promotores, existe una diferencia importante en la actividad bacteriana; diversos experimentos han demostrado que las cantidades de amoníaco y de ciertas monoaminas químicas se encuentran bastante reducidas, lo que indica una reducción en la cantidad de estas sustancias, o que hubo una selección de cepas bacterianas que normalmente no la producen; por lo que cualquiera que sea el método, el resultado es una producción menor de las mismas; resultando que la energía requerida para desintoxicar al

animal ahora se encuentra disponible para poder mejorar su rendimiento, especialmente su eficiencia en la conversión alimenticia. (Walton, 1990).

Otra diferencia importante fueron los cambios en los niveles enzimáticos que se encuentran en los animales no tratados, en donde el nivel de la fosfatasa alcalina no se incrementa. Lo que indica que el promotor, al reducir los niveles de la enzima, puede estar asociado con la absorción de los nutrimentos. En los animales tratados el nivel de la fosfatasa alcalina se incrementa, lo que indica que el promotor afecta a las bacterias intestinales (Walton, 1990).

Las diferencias que existen entre los animales tratados y no tratados nos permite entender cómo los promotores de crecimiento pueden lograr un mejoramiento en el rendimiento y resulta claro que la promoción del crecimiento, constituye un procedimiento muy complejo y el mecanismo por el cual se logra una mejora en el rendimiento, variará dependiendo del tipo de promotor de crecimiento que se esté utilizando.

A través de los años se han desarrollado y empleado más agentes promotores del crecimiento, entre ellos: malonilurea, izoniácida, arsenicales, sulfamidas, antibióticos y algunas sales orgánicas como el sulfato de cobre (Walton, 1990), en cerdos, pollos y bovinos.

## II ANTECEDENTES

### 2.1 Uso de promotores de crecimiento en peces.

Los constantes esfuerzos para producir alimentos de origen animal para el hombre, cada vez en forma más eficiente y al costo más bajo posible, han estimulado la búsqueda de las mejores combinaciones entre los nutrimentos ya conocidos y el desarrollo de nuevos aditivos que puedan incrementar la eficiencia, grado de crecimiento y el nivel de producción de los animales. Estos esfuerzos han conducido actualmente al uso de antibióticos, hormonas y otras sustancias químicas para la producción animal (Maynard, 1979).

A pesar de la gran cantidad de trabajos realizados con antibióticos en otras especies animales para lograr un incremento en la ganancia de peso, en peces existe muy poca información tanto a nivel mundial como nacional al respecto.

Algunos autores han probado dietas naturales distintas para mejorar el crecimiento de las tilapias, sin embargo, no han utilizado promotores de crecimiento como complemento en la dieta. Entre otros tenemos que:

Yashouv y Chervinski (1960), evaluaron varios alimentos para el cultivo de *Tilapia nilotica*, empleando una diversidad de ingredientes; en una de sus pruebas usaron semillas de algodón y se obtuvo un incremento diario de 1 g.

Huerta (1978), determina el aprovechamiento de la semilla de zaragatona y de la soya, en el crecimiento de *T. nilotica* obteniendo resultados óptimos de crecimiento y de aprovechamiento.

Castrejón (1982), probó 3 dietas distintas, alfalfa con salvado de trigo, alimento para vaca con salvado de trigo y albamex; los organismos alimentados con albamex presentaron mayor crecimiento en peso y talla, sin embargo, este alimento resultó de baja calidad.

Mojica et al. (1982), usaron 3 diferentes dietas, 2 de las cuales fueron hechas manualmente empleando cultivos agrícolas y la otra fue alimento comercial balanceado (Albamor). No se encontraron diferencias significativas entre las 3 dietas, sin embargo, cabe mencionar que el Albamor es el doble de caro.

Posteriormente otros autores han empleado en sus dietas algunos promotores el crecimiento.

Robinson (1951), menciona que la niacina es esencial para la engorda de juveniles de trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) y que en ausencia de esta vitamina los peces presentaban una inflamación en las branquias

Hashimoto (1953), probó positivamente el efecto de los antibióticos y de la vitamina B<sub>12</sub> como suplementos alimenticios en el crecimiento de la carpa.

Andrews y Murai (1978), reportaron que para la engorda de bagre es necesario adicionar 1 mg. de niacina por cada Kg de alimento.

Parova y Tejnora (1982), probaron el nitrovin como promotor de crecimiento en la producción de la carpa.

Mabaye (1971), no encontró que la penicilina ejerciera un incremento en el crecimiento de *S. mossambicus* cuando este medicamento se añadió a la dieta.

Viola y Arieli (1987), emplearon promotores de crecimiento no hormonales en el crecimiento de tilapias y carpas.

Por otra parte, en el Departamento de Producción Acuícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., se inició el proyecto llamado " Aditivos en la Alimentación de los Peces", en donde se ha venido haciendo un esfuerzo constante para la búsqueda de sustancias que incrementen el crecimiento de los peces tratando de establecer dosis óptimas.

Los estudios realizados en 1989 por Arce, han llevado al uso de dos vitaminas: el ácido nicotínico (Niacina importada) y nicotidamida (Niacina Nacional) a una dosis de 100 ppm por kilogramo de alimento, en la que la vitamina más efectiva fue el ácido nicotínico con un valor de ICA de 3.73.

En 1990 Bernal probó un antibiótico llamado bacitracina con dosis de 100, 125 y 150 ppm/kg de alimento obteniendo resultados no satisfactorios.

El nitrovin fue probado por Cervantes en 1990 a dosis de 12.5, 25 y 50 ppm/kg de alimento, siendo la dosis efectiva la de 50 ppm con un ICA de 2.69.

Hernández en 1990, utilizó una sal metálica llamada sulfato de cobre a dosis de 25, 37.5 y 50 ppm siendo la efectiva de 37.5 con un ICA de 3.4.

Otra de las sustancias utilizadas en la promoción del crecimiento son los alimentos convencionales como el ajo probado por Guzmán en 1990, a dosis de 50, 100, 200, 300 y 400 ppm resultando la dosis efectiva de 200 ppm con un ICA de 3.06.

Vargas en 1991 utilizó bacitracina zinc a las mismas dosis que Bernal y con los mismos resultados negativos.

En 1991 Leo probó la virginiamicina a dosis de 30, 30, 53 y 173 ppm/kg de alimento, siendo la dosis efectiva de 53 ppm y cuyo valor de ICA fue de 4.09.

En 1991 Salas probó el hígado de bovino a dosis de 0.025, 0.075 y 0.125 mg resultando éstas no favorables en el crecimiento.

Todos los bioensayos se hicieron con tilapias por su gran resistencia en condiciones de laboratorio, por su gran disponibilidad y por ser junto con la carpa las especies piscícolas

mayormente favorecidas dentro del cultivo tanto extensivo como semi-intensivo. Los experimentos contaron con un tratamiento testigo y con 10 organismos por tratamiento en condiciones normales de temperatura.

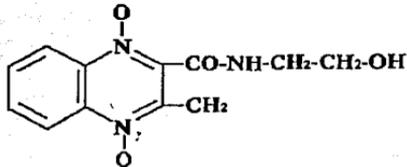
Por lo anterior, se puede afirmar que las sustancias que favorecen el crecimiento son principalmente aquellas que actúan a nivel del intestino, alterando la morfología para incrementar la absorción de nutrimentos así como las vitaminas.

Es indiscutible que los estudios previos en esta área son escasos y que constituyen una base muy importante para el desarrollo de los insumos utilizados como alimento dentro de la acuicultura.

## 2.2 Características del compuesto utilizado.

Dentro de los promotores del crecimiento, se encuentra el Olaquinox; substancia descubierta por Bayer A.G., Alemania, que posee extraordinarios efectos sobre la promoción del crecimiento en la producción animal.

El Olaquinox es un compuesto sintético derivado de los dióxidos de la quinoxalina, cuya composición y estructura química es la siguiente:



### I. Ingrediente activo:

#### A. Propiedades químicas y físicas

Nombre genérico:

Bayo-n-nox

(M.R. = marca registrada de Bayer A.G.)

Nombre químico:

2-N-(2-hiróxido-etil) carbamoyl 3-methyl-quinoxalin-1,4-dióxido.

Fórmula empírica:

C<sub>12</sub> H<sub>13</sub> N<sub>3</sub> O<sub>4</sub>

Peso molecular:

263.3

**Forma/Color:**  
polvo cristalino de color amarillo

**Pureza:**  
mínimo 98 %

**Punto de fusión:**  
208 °C

**Solubilidad:**  
medianamente soluble en agua, insoluble en solventes orgánicos convencionales.

**Estabilidad:**

estable por lo menos tres años a temperatura de 5°C. (9)

El mecanismo de acción exacto de Olaquinox y de otros promotores de crecimiento antibacterianos, no se conoce perfectamente. Es aparente que sus efectos estabilizadores de la flora provienen de la proliferación de microorganismos potencialmente patógenos influenciando su metabolismo.

**Los efectos sobre el metabolismo bacteriano son:**

- Reducción de la descomposición microbiana de nutrientes en el intestino y, como consecuencia, una mejor utilización de éstos (índices incrementados de digestibilidad).
- Una reducida formación de toxinas (aminas biógenas, amoníaco y ácido sulfhídrico), y por lo tanto, una reducción en la formación de tejido linfático conectivo en las membranas intestinales, teniendo como consecuencia una mejor resorción de los nutrientes digeridos y una mejoría en la supresión de las enfermedades.
- Un aumento en la síntesis de nutrientes esenciales por microorganismos, por ejemplo, vitaminas del grupo B, aminoácidos y otros.

**Efectos adicionales:**

Síntesis de proteína: estudios recientes han demostrado, que Olaquinox incrementa la síntesis de proteína de manera substancial en el duodeno y en el hígado de ratas y de pollos cuando fue administrada de manera oral a dosis nutritivas. (Prof. Dr. Kaemmerer, Instituto de Farmacología de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover, Alemania Federal) (Bertschinger, 1976).

La eliminación de Olaquinox una vez suspendida su administración, se produce dentro de 24 horas sin que se detecten residuos en ningún órgano transcurrido este tiempo.

Al ser eliminado el Olaquinox se degrada rápidamente en el medio ambiente, evitándose la contaminación por residuos. Ya que Olaquinox no es un antibiótico, no se produce

resistencia cruzada con otros antibióticos empleados en la alimentación animal. Se ha observado, que por sus propiedades de aceleración en el crecimiento, por la mejora en la conversión alimenticia, por la ganancia adicional de peso y la reducción del período de engorda, el empleo de Olaquinox aumenta la rentabilidad en explotaciones de cerdos y aves (Labs. Bayer).

- Otra de sus características es que no sufre modificación alguna al mezclarse en alimentos balanceados y almacenarse hasta por seis meses, asimismo se mantiene estable durante el proceso de granulación (Labs. Bayer).

### 2.3 Características de la especie tratada con el promotor.

*Oreochromis mossambicus* pertenece a la familia Cichlidae que es un grupo de peces muy diverso y con una distribución muy amplia debido a la introducción ya que actualmente es posible encontrarla en la mayoría de los países de América entre ellos: Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Rep. Dominicana, Venezuela y Brasil.

De acuerdo con Trewavas, *Oreochromis* fue introducida en México en 1964, procedente de la Universidad de Auburn, Alabama, E.U., y llevada a la Estación de Acuicultura Tropical de Temazcal, en el estado de Oaxaca (Morales, 1974).

A partir de esa fecha y dada la gran capacidad de adaptación que demostraron tener las tilapias, fueron dispersadas en una gran cantidad de cuerpos de agua, naturales y artificiales en toda la zona tropical de México y la parte subtropical y templada (Arredondo, 1985 ).

*Oreochromis mossambicus*, tiene una gran importancia económica, por su amplia distribución que tiene en nuestro país y por su importancia comercial en la producción de proteína animal, por lo que constituye una de las especies más apropiadas para la piscicultura, ya que tiene una gran resistencia física, rápido crecimiento, baja sensibilidad a enfermedades, gran desarrollo en condiciones de alta densidad, habilidad para vivir a bajas concentraciones de oxígeno y amplio rango de salinidad y a la capacidad que tiene de nutrirse de una gran gama de alimentos naturales y artificiales.

El rango normal de temperaturas en el que habita la tilapia oscila entre 20° y 30°C, aunque pueden soportar temperaturas menores. Las distintas especies poseen diferente tolerancia a temperaturas bajas. La mayor parte de las tilapias no se alimentan y por lo tanto no crecen a temperaturas inferiores a los 15°C, mientras que su reproducción sólo se efectúa a temperaturas superiores a los 20°C (Aguilera y Noriega, 1988).

#### 2.3.1 Descripción de la especie

Es un pez de tamaño mediano, de cuerpo comprimido, tipo discoidal, tiene un orificio nasal a cada lado de la cabeza por encima de los labios gruesos, la línea lateral se encuentra interrumpida y dividida en dos partes, la primera se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal y la segunda aparece por debajo de donde termina la anterior hasta el final de la aleta caudal.

Presenta de 14 a 19 branquiespinas en la parte interior del primer arco branquial; aleta dorsal XV-XVI, 10-12; aleta anal III-IV, 9-11; alta pélvica I,5; aleta pectoral 13-15.

El color de cuerpo va de gris claro a oscuro, el filo de la aleta dorsal es rosado, los ojos de color amarillo y el perfil frontal fuertemente cóncavo en el macho y leve en la hembra, los dientes externos en las mandíbulas de los machos son unicúspides (Aguilera, 1988 b).(Fig. 1)

La calidad de la carne de la tilapia es excelente, su textura es firme, su color es blanco y no posee huesos intermusculares por lo que es un pez altamente apetecible (Aguilera, 1988).

## 2.4 OBJETIVOS

Con el propósito de acortar el tiempo de engorda y mejorar el incremento de peso en organismos juveniles de tilapia (*O. mossambicus*), se plantean los siguientes objetivos:

- 1 Determinar si el Olaquinox actúa como un promotor de crecimiento.
- 2 Establecer la dosis efectiva para lograr un mayor incremento de peso.
- 3 Establecer si el incremento de peso en los diferentes grupos experimentales es o no estadísticamente significativa.

### III MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Selección y manejo de los organismos

Para el estudio se utilizaron 50 tilapias juveniles de la especie (*O. mossambicus*) procedentes de la Piscifactoría de Zacatepec, Edo. de Morelos, México.

Durante una semana los organismos se mantuvieron en aclimatación en acuarios de sistema cerrado con aireación constante, a una temperatura de 20 °C, y alimentación ad libitum, posteriormente los peces se desparasitaron aplicando el siguiente tratamiento:

Primero: se aplicó azul de metileno a razón de 2 ppm durante tres días consecutivos realizando diariamente cambios parciales de agua a fin de eliminar parásitos externos (National Academy of Sciences, 1977).

Posteriormente, durante otros tres días se agregó al agua una dosis de 8 gramos por 40 litros de ajo molido, con el propósito de eliminar parásitos intestinales, especialmente nemátodos (Peña, 1988).

#### 3.2 Diseño experimental

Una vez concluido el periodo de aclimatación, los peces se distribuyeron en cinco acuarios de 40 lt. cada uno. En cada acuario se colocaron al azar 10 peces con un peso promedio de 4.9 gramos. Los acuarios se sometieron a los siguientes tratamientos :

No. TRATAMIENTO	DOSIS DE OLAQUINDOX POR KILOGRAMO DE ALIMENTO
1	25 ppm
2	50 ppm
3	100 ppm
4	150 ppm
5	testigo

Durante las trece semanas que duró el experimento la dosis de alimento suministrado fue a razón del 3 por ciento del peso corporal de los organismos (Aguilera y Noriega, 1985).

El alimento suministrado fue Tilapia-Iniciador elaborado por Purina S.A. de C. V., al cuál se le realizó un análisis bromatológico y que se enriqueció con harina de pescado y soya que son necesarios para la especie.

La siguiente tabla muestra el resultado del análisis bromatológico efectuado al alimento:

COMPONENTES	BASE HUMEDA	BASE 90 %	BASE SECA
Materia seca (%)	91.07		
Humedad (%)	8.93		
Proteína cruda	26.15	25.84	28.79
Extracto etéreo (%)	4.63	4.57	5.08
Cenizas (%)	6.70	6.62	7.36
Fibra cruda (%)	2.60	2.57	2.85
Elementos libres de nitrógeno (%)	51.00	50.40	56.00
T.N.D. (% aprox.)			
Base seca	76.18	75.29	83.65
E.D. Kcal/Kg (aprox)	3,358.91	3,319.31	3,688.13

Según Lab. de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la U.N.A.M.

Posteriormente el alimento fue mezclado perfectamente con la dosis correspondiente de Olaquinox, para cada tratamiento.

Ya mezclados todos los nutrientes se les agregó un poco de agua para formar los comprimidos o pelets para un mejor aprovechamiento de éstos por los peces.

Los peces fueron marcados cada uno por medio de la aplicación de tinta India (Pelikan) con una inyección intracutánea en diferentes zonas del cuerpo, ( con un valor numérico de 1 al 10), para llevar un mejor control de ganancia de peso por individuo, quedando el siguiente mapa empírico (fig. 2).

Para comprobar que el diseño experimental estuvo bien planteado, se realizó un análisis de varianza de los pesos iniciales para pruebas estadísticas posteriores.

Para el mantenimiento de los acuarios cada tercer día se succionaba el fondo para sacar las excretas y residuos de alimento (aprox. 10 lt de agua), que posteriormente se llenaron al volumen original con agua limpia y declarada y el lavado total del acuario se efectuó cada 7 días.

El experimento tuvo una duración de trece semanas en las cuáles cada siete días se tomo el peso de cada uno de los organismos con una balanza,\* calculándose el incremento en peso de los lotes experimentales.

### 3.3 Manejo Estadístico de Resultados

Los resultados de cada lote se analizaron mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnof (Daniel, 1990), para comprobar que los datos obtenidos se distribuían de manera normal. Posteriormente se hicieron 2 análisis de varianza de una sola entrada para probar la hipótesis nula  $\mu = 1$ ,  $\mu = 2$ ,  $\mu = 3$ ,  $\mu = 4$ ,  $\mu = 5$  donde:

$\mu$  = promedio de pesos finales y promedio de ganancia de peso;

1...5 número de lotes (Toothaker, 1986).

---

\* OHAUS Cent-o-gram balance capacidad 311 g max. y 0.01 g min.

#### IV RESULTADOS.

Para comprobar que el diseño experimental estuvo bien planteado, se realizó un análisis de varianza de los pesos iniciales, demostrando que el bioensayo se inició con pesos homogéneos ( cuadro 1).

Posteriormente se aplicó el análisis de Kolmogorov - Smirnof aplicado individualmente a las cinco muestras de datos, indicó que la distribución de éstos datos es normal ( $P < 0.50$ ).

Como puede observarse en el análisis de varianza aplicado a los pesos finales y a la ganancia de peso indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), entre los diferentes lotes tratados y el lote control (cuadros 2 y 3).

Se observa que el lote control, al que no se le agregó Olaquinox como promotor de crecimiento, tuvo los valores más bajos a lo largo de todo el tratamiento teniendo como valor inicial 4.02 g y como final 4.52 g.

El lote experimental 1 con 25 ppm de Olaquinox, fue el que tuvo el mejor resultado en cuanto a promedio de peso, siendo su valor inicial de 4.9 g y el final de 6.04 g.

El lote experimental 2 con 50 ppm de Olaquinox, tuvo un valor inicial de 4.60 g y un final d 5.90 g siendo favorablemente también en cuanto al promedio de peso.

El lote experimental 3 con 100 ppm de Olaquinox, tuvo un valor inicial de 4.99 g y un final de 5.59 g de promedio de peso.

El lote experimental con 150 ppm de Olaquinox, tuvo un peso promedio inicial de 4.78 g y finalizó con un valor de 5.79 g, estando estos tratamientos por arriba del valor obtenido en el lote control (tabla 1, gráfica 1).

En cuanto a ganancia de peso, el lote 2 fué el que obtuvo mejor resultado con un valor de 1.17 g, siguiendole el lote 1 con un valor de 1.05 g. Y no así los lotes 3, 4 y testigo con valores inferiores al lote 1 y 2, siendo éstos de 0.60, 0.80 y 0.5 respectivamente ( tabla 2 ).

En cuanto al índice de conversión alimenticia (ICA) se observa que el lote 2 fue el que obtuvo el mejor resultado, siendo de 2.37 al igual que su eficiencia bruta (EB) de 0.41. (Medina, 1980).

El lote control tuvo un ICA de 3.51 y una EB de 0.284.

El lote 3 tuvo un ICA de 3.53 y una EB de 0.283.

El lote 1 tuvo un ICA de 4.29 y una EB de 0.233

El lote 4 tuvo un ICA de 53.67 y una EB de 0.018.  
( tabla 3 ).

## V DISCUSION.

Considerando que el presente trabajo es pionero en el uso del Olaquinox como promotor de crecimiento en peces, y no obstante que los resultados indican que los incrementos en peso obtenidos no fueron estadísticamente significativos, es recomendable que la investigación de los efectos de este antibiótico se continúe a fin de probar nuevas dosis y evaluar modificaciones que pudieran darse en diferentes órganos, en células heterófilas, así como su posible deposición en músculo, etc.

En otras especies dietas suplementadas con Olaquinox, han arrojado los siguientes resultados:

En lechones y con dosis de 46 ppm Hauschild et al (1977) obtuvieron ganancias de peso significativas así mismo, en peces dosis de 25 ppm fueron efectivas para estimular una ganancia de peso.

También reportaron incrementos en peso utilizando dosis de 50 ppm :

Harenza et al (1979), también comprueba la efectividad de Olaquinox, pero no informa de las dosificaciones en lechones en crecimiento.

Gerike (1977), utilizó 25 y 50 ppm de Olaquinox en terneros en engorda con resultados altamente satisfactorios, siendo estas también las dosis utilizadas en peces, que son menores a aquellas utilizadas en terneros lactantes (60ppm).

En cuanto a la cantidad de Olaquinox, la mayoría de los investigadores coinciden en señalar, que a dosis mayores de Olaquinox (hasta 150 ppm por Kg de alimento), la respuesta del animal es mayor. Sevcik, en 1982 encontró que se puede utilizar con seguridad hasta 150 mg por kilogramo de alimento, y que a dosis de 350 a 750 mg por kilogramo de alimento deprimen el crecimiento. Barber et al (1982), Pfirter et al (1978) y Polazek et al (1980), señalan los beneficios de Olaquinox a 50 y 100 ppm, en el bioensayo con peces, a 50 ppm hubo una ganancia de peso de 1.17 g y no siendo recomendada la dosis de 100 ppm, que no fue satisfactoria, lo que se comprueba por que era el acuario que se ensuciaba más rápido por los restos de alimento no consumido, por lo que es factible que el producto modifique la palatabilidad del alimento y éste no sea fácilmente aceptado.

Cabe mencionar que en los peces hay una serie de cambios morfológicos, bioquímicos y fisiológicos que se producen por el estrés. Estos cambios reciben el nombre de Síndrome General de Adaptación, siendo estos similares entre sí, independientemente del agente estresante que puede ser anoxia, cambios bruscos de temperatura, manipulación, infecciones, etc.

Este síndrome pudo haberse presentado a lo largo del bioensayo, ya que los acuarios de los tratamientos 1, 2 y 4 estaban expuestos al paso de la gente y además recibían mayor cantidad de luz y no así el tratamiento 3 que se encontraba lejos del paso de la gente y la luz que recibía era poca, y el lote testigo se encontraba expuesto al paso de la gente, la luz que recibía era mayor que la del lote 3.

También otra causa pudo haber sido el manejo en el pesaje y marcaje, ya que no se utilizó ningún anestésico como en experimentos posteriores (Menchaca, 1992).

Otra causa pudo ser que los acuarios se mantuvieron a temperatura ambiente (20°- 22° C) (Aguilera y Noriega, 1988) pudiendo esta bajar aún más en las noches.

A reserva de que no deben extrapolarse los resultados obtenidos en animales terrestres a organismos acuáticos, si pueden aceptarse ciertos parámetros como la etapa de utilización del promotor, Kirchgessner y col (1977) recomiendan el tratamiento desde el nacimiento, convendrían por tanto, ensayos posteriores desde la etapa de cría (ya que en la etapa de alevinaje se alimentan del saco vitelino).

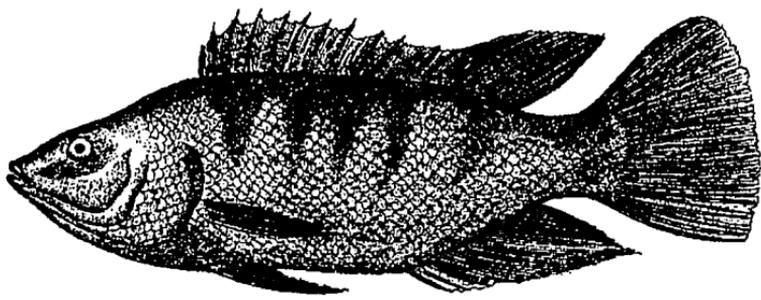
Gerike (1977) utilizó 25 y 50 ppm de Olaquinox en terneros en engorda con resultados altamente satisfactorios, siendo estas también las dosis utilizadas en peces, que son menores a aquellas utilizadas en terneros lactantes (60 ppm).

## **VI CONCLUSIONES**

**Por lo anteriormente expuesto se concluye:**

- 1 La administración del Olaquinox a las dosis utilizadas no tiene efectos significativos en la promoción del crecimiento de tilapias (Oreochromis mossambicus) mantenidas en acuarios de sistema cerrado.**
- 2 La dosis que tuvo el mejor índice de conversión alimenticia (ICA) fue la de 50 ppm con un valor de 2.37 y una eficiencia bruta (EB) de 0.42, con respecto a los demás tratamientos.**
- 3 Siendo el bioensayo diseñado pionero en la utilización del Olaquinox como promotor del crecimiento plantea interesantes perspectivas para la investigación y prueba de nuevas dosis y tiempos de administración.**

## APENDICE



**Figura 1.- Morfologia Externa de Oreochromis mossambicus**

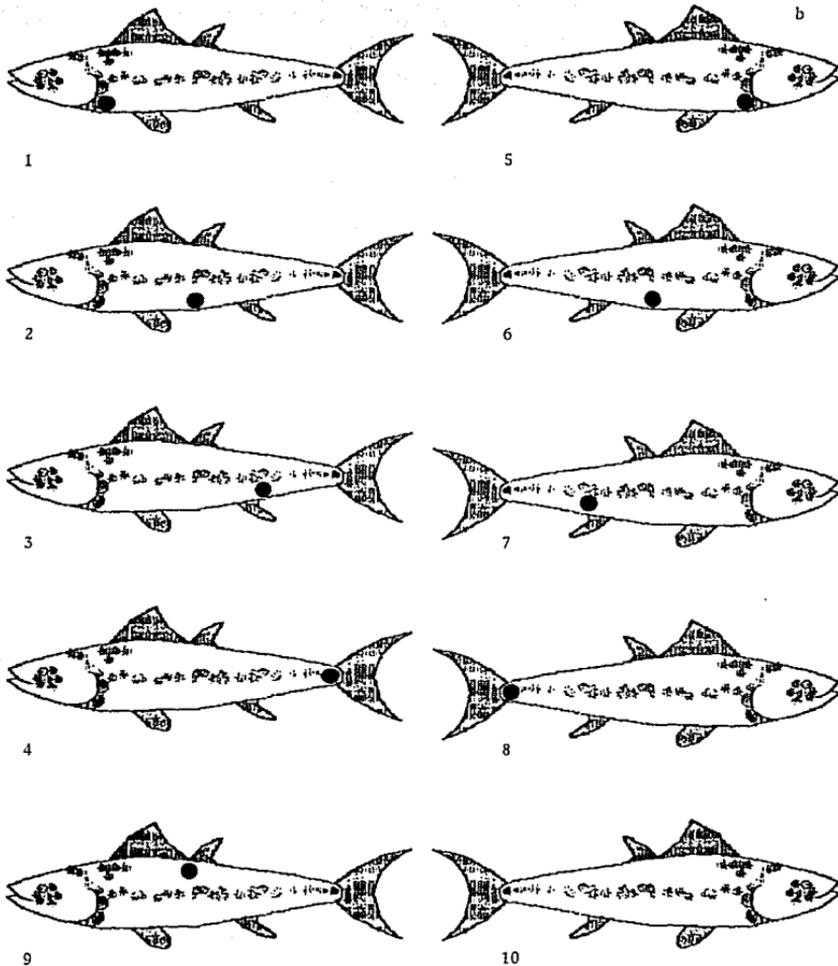


FIGURA 2.- MAPEO DE MARCADO

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PESOS INICIALES**

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO (Cm)	Cm CM error
Regresion	6.0598	4	1.51495	1.409
Error	48.4102	45	1.075	
TOTAL	54.47	49		1.409

$$F_t = 2.65 > 1.4092$$

$\alpha = 0.05$  por lo tanto no hay diferencia estadisticamente significativa

**CUADRO 1**

**ANALISIS DE VARIANZA APLICADO A LOS PESOS FINALES**

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO (Cm)	Cm CM error
Regresion	11.04250	4.00000	2.76060	1.03000
Error	101.27550	38.00000	2.66514	
<b>TOTAL</b>	<b>112.31800</b>	<b>42.00000</b>		<b>1.03000</b>

$$F_t = \frac{2.67000}{2.66514} > 1.03582$$

$\alpha = 0.05$  por lo tanto no hay diferencia estadisticamente significativa

**CUADRO 2**

**ANALISIS DE VARIANZA APLICADO A LOS PESOS FINALES**

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO (Cm)	Cm CM error
Regresion	3.43	4	0.8575	1.049
Error	31.046	38	0.817	
TOTAL	34.476	42		1.049

$F_t$	=	2.67	>	1.049
$\alpha = 0.05$	por lo tanto no hay diferencia estadisticamente significativa			

**CUADRO 3**

f

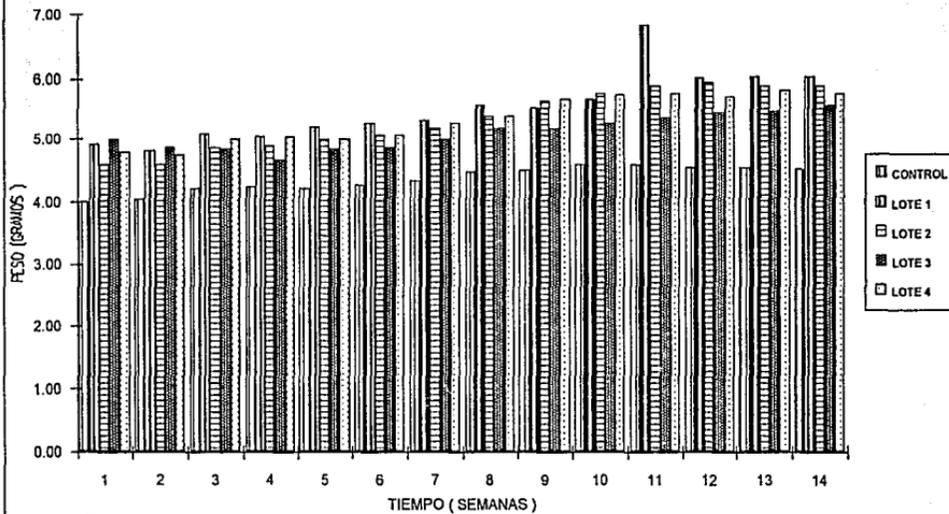
**COMPARTACION DE LOS INCREMENTOS EN PESO EN EL GRUPO  
CONTROL Y EXPERIMENTALES (PESO EN GRAMOS).**

TIEMPO SEMANAS	LOTE CONTROL	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4
1	4.02	4.90	4.60	4.99	4.78
2	4.05	4.80	4.61	4.87	4.75
3	4.23	5.10	4.85	4.83	5.01
4	4.24	5.04	4.88	4.68	5.04
5	4.23	5.22	4.99	4.83	5.01
6	4.27	5.28	5.07	4.87	5.08
7	4.35	5.34	5.20	4.99	5.28
8	4.47	5.60	5.41	5.19	5.39
9	4.51	5.54	5.67	5.19	5.68
10	4.59	5.68	5.79	5.29	5.76
11	4.60	6.84	5.90	5.37	5.79
12	4.56	6.01	5.95	5.48	5.74
13	4.55	6.05	5.89	5.49	5.82
14	4.52	6.04	5.90	5.59	5.79

G.P.	0.50	1.14	1.30	0.60	1.01
------	------	------	------	------	------

TABLA I.

COMPARACION DE LOS PESOS PROMEDIOS OBSERVADOS SEMANALMENTE EN EL GRUPO CONTROL Y EXPERIMENTAL

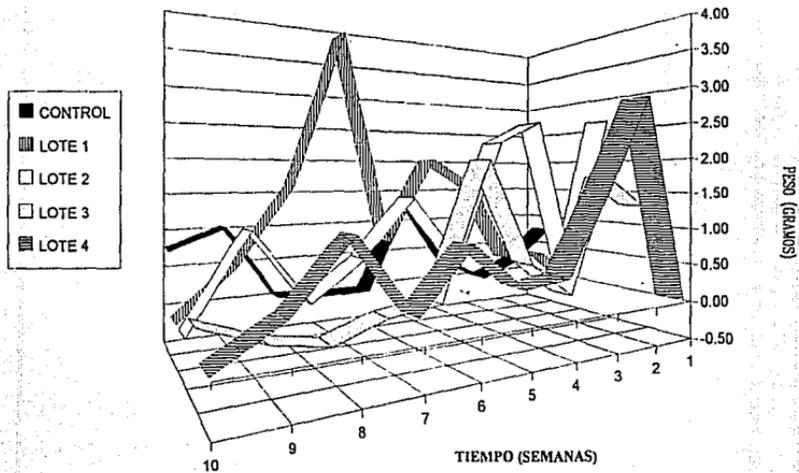


**INCREMENTOS SEMANALES EN EL PESO DE LOS ORGANISMOS  
TRATADOS**

<b>TIEMPO SEMANAS</b>	<b>LOTE CONTROL</b>	<b>LOTE 1</b>	<b>LOTE 2</b>	<b>LOTE 3</b>	<b>LOTE 4</b>
1	0.76	-0.10	2.65	1.29	0.00
2	0.23	0.43	0.21	1.72	2.84
3	0.00	0.41	2.56	0.08	1.58
4	0.35	1.60	2.24	0.54	0.47
5	1.37	2.00	0.58	1.97	0.41
6	0.00	0.80	1.45	0.19	0.96
7	0.00	3.69	0.68	0.11	0.26
8	0.05	1.61	0.22	-0.11	1.15
9	1.04	0.61	1.11	0.01	0.41
10	0.76	0.00	0.00	0.27	0.00

**TABLA 2.**

GANANCIA EN PESO SEMANAL EN *O. mossambica* TRATADA CON OLAQUINDOX



GRAFICA # 2

**INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA Y  
EFICIENCIA BRUTA**

	ICA	E.B.
LOTE 1	4.29	0.223
LOTE 2	2.37	0.421
LOTE 3	3.53	0.283
LOTE 4	53.67	0.018
TESTIGO	3.51	0.284

**TABLA 3.**

## REFERENCIAS

1. Aguilera, H., Pedro, N. 1988. La tilapia y su cultivo. FONDEPESCA. Sec. de Pesca. México D.F., 59 pp.
2. Aguilera, H., Pedro, N. 1985. ¿Que es la Acuicultura?. FONDEPESCA . México, D.F. Sec. de Pesca. 55 pp.
3. Anderson, J., Jackson, A.J., Matty, A.J. and Capper, B.S., 1984. Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn) Aquaculture 37: 303-314 pp.
4. Appler, H.N. and Jauncey, K., 1983. The utilization of a filamentous green alga (*Cladophora glomerata* (L.) Kutzin) as a protein source in pelleted feeds for *Sarotherodon* (tilapia) *niloticus* fingerlings. Aquaculture, 30: 21-30 pp.
5. Arce, M.B.L. 1989. Efecto del acido nicotínico sobre el crecimiento en híbridos de *Oreochromis mossambicus* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 18 pp.
6. Arredondo, F.J.L. y Guzmán, A.M., 1985. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu *talpinii* (Pisces-Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. U.N.A.M. (2): 555-572 pp.
7. Balfour, H. y Yuel, P.; 1985. Cultivo de peces comerciales. Ed. Limusa, México D.F; 185 pp.
8. Barber, B., Blazek, S., Hpvverka, F., and Paul, J.. 1982. The growth promoting effect of *Olaquinox* in pigs. Biologizace a Chemizace Zivocisne, Viroby Vet. 18 (1): 29-35 pp.
9. Bernal, C.A. 1990. Evaluación del efecto promotor de crecimiento de la bacitracina en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 23 pp.
10. Bertschinger, H.U., 1976. Die Chemoterapeutische wirksamkeit-von *Olaquinox* bei ferkeln mit experimenteller colidarfhoie and calienterotoxamie Arch. Tierherilkd. 118: 397-401 pp.
11. Boletín informativo Labs. Bayer de México. 1980 Bayonox. Máxima Seguridad y Eficacia. 15 pp.
12. Cercós, A.P., 1957. Los antibióticos y sus aplicaciones agropecuarias. Ed. Salvat. Madrid, España. 315-345 pp.

13. Cervantes, A. 1990. Evaluación del efecto promotor de crecimiento de nitrovin en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 35 pp.
14. Coates, M.E., 1963. British Journal of Nutrition (17): 141-150 pp.
15. Daniel, W.W., 1990. Bioestadística. 3a. edición. Ed. Limusa. México D.F., 667 pp.
16. Dioundick, O.B. and Stom, D.I., 1990. Effects of dietary cellulose levels on the juvenile tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). Aquaculture, 91: 311-315 pp.
17. F.A.O. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. ADCF/REP/87/26.
18. Gerike, H., 1977. Olaquinox como promotor de crecimiento en el engorde de ternero. Informe Pharma. No. 6928. Lab. Bayer, 120-134 pp.
19. Gómez, M.J.L., 1992. Manual de técnicas básicas para el análisis y determinación de la edad y el crecimiento en peces. Limnología. Lab. Integral de Biología. ENEP Zaragoza U.N.A.M. 78 pp.
20. Guzmán O.L. 1990. Evaluación del efecto promotor de crecimiento del ajo (*Allium sativum*) en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 35 pp.
21. Harenza, T. and Jablozki, F. 1979. Biological effect of Bayo-n-nox Mercadox and premix of zinc bacitracine sulphametazine and nitrofurazone. Biologizace a Chemizace Zivocisnace, Viroby Vet. 15 (6): 509-519 pp.
22. Hashimoto, B., Furukawa, K, Ozaki, Y. 1986. A channel flow system for wastewater treatment and food production tilapia. Journal of fermentation technology (Japan) 63 (4): 343-356 pp.
23. Hauschild, H.J., Schnider, B. and Bronsch, K. 1977. Olaquinox a new growth promoting feed additive. Futtermittelkd. 39 (1): 26-35 pp.
24. Hernández, A.A. 1990. Evaluación del efecto promotor de crecimiento del sulfato de cobre en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 38 pp.
25. Kirchgessner, M. and Roth, F.X., 1977. Olaquinox a new growth promoting in animal nutrition. Tierphisol Tierernaehr Futtermittelkd. 38 (1): 23-28 pp.
26. Kok, K.L. and Wang, S.S. 1987. Nutritive value of *Leucaena* leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. Aquaculture. 62: 97-108 pp.

27. Leo, P.A.S. 1991. Estudio preliminar de la Virginiamicina como promotor de crecimiento en *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 34 pp.
28. Maynard, L. 1979. Nutrición animal. McGraw Hill. México. 381-389 pp.
29. Medina, M. 1980. El factor de conversión múltiple y el F.C. del alimento. Manual Técnico de Acuicultura. Año I no. 1 Depto. de Pesca México. 22-30 pp.
30. Menchaca, I.J.C. 1992. Evaluación del efecto de la bacitracina-zinc como promotor de crecimiento en tilapias (*Oreochromis mossambicus* Peter, 1852) mantenidos bajo anestesia con alcohol etílico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 58 pp.
31. Merck & Co. Inc. 1983. The Merck Index. Tenth edition. Library of Congress Catalog. U.S.A. 1463 pp.
32. Mojica, S. 1987. Evaluación comparativa del efecto nematocida dl ajo (*Allium sativum*), y del tartarato de amonio y potasio en tilapia (*Tilapia mossambica*). Tesis de Licenciatura F.M.V.Z. U.N.A.M. México.
33. National Academy of Sciences. 1977. Nutrient requeriments of warm water fishes. Washington, D.C. 70 pp.
34. Peña, H.N.T., 1988. Evaluación del efecto nematocida de los extractos hidrosolubles y liposolubles del ajo (*Allium sativum*) en carpa (*Ciprinus carpio*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. U.N.A.M. 16 pp.
35. Pfrirter, H.P. Hoalt, H.M., Jucker, H. an Bickel, H. 1978. The influence of feeding Chinoxalina derivatives of the growth and metabolism of pigs. Z. Tierphisol Tierrenaher Futtermittelkd 40: 191-203 pp.
36. Polazek, L., Baver, B., Tejnora, J., Pokorny, M., Kaplan, R., Klima, J., Novacek, L., Lojka, J. and Plika, K. 1980. Growth promoting effect of Olaquinox in piglets and calves during the rearing period. Biologizace a Chemizace Zavocisne Viroby Ver. 16 (4): 305-318 pp.
37. Robinson, E.H., LaBomascus, D, Brown, P.B., Linton, T.L., 1951. Dietary calcium and phosphorus requeriments of *Oreochromis aureus* reared in calcium- free water. Aquaculture Netherlands 64 (4): 267-276 pp.
38. Rodriguez, D.L., 1988. Panorama de la microscopia de alimentos balanceados. Acuavision. Fideicomiso Nacional para el Desarrollo Pesquero. FONDEPESCA. No. 14: 40 pp.

39. Salas, R.M. 1991. Evaluación del efecto promotor de crecimiento del hígado de bovino en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 30 pp.
40. Sevcik, B., Strakova, J., Bros, J., Dvorak M., and Nastuneak, J. 1982. Subkhionika toxicita as Olaquinox u prasaj. Biologizace a Chemizace Zivocisne Viroby Vet. 18: 211-221 pp.
41. Sumano, L.H., Ocampo, C.L., Auró, A.A. 1988. Utilización del ajo (*Allium sativum*) como antelmintico en tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). Vet. Mex. 19 (4): 101-106 pp.
42. Toothaker, L.E. 1986. Introductory Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill Book Company. 330 pp.
43. Vargas, G.J. 1991. Evaluación del efecto promotor de crecimiento de Bacitracina zinc en tilapia híbrida *Oreochromis* sp. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 32 pp.
44. Viola, S. & Arieli, Y. 1983. Nutrition studies with tilapia (*Sarotherodon*). Bamidgeh, 35 (1): 9-17 pp.
45. Walton, R. J. 1990. Modo de acción y aspectos de seguridad de los agentes promotores del crecimiento. Avicultura profesional 7 (3): 101-106 pp.