



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

103

291

ESTUDIOS PRELIMINARES DE LA VIRGINIAMICINA
COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN
O. mossambicus (Peters, 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 :

ALMA SOLEDAD LEO PEREDO



MEXICO. D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CONTENIDO

TEXTO

PAGS.

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
a) MORFOLOGIA	6
b) CLASIFICACION TAXONOMICA	8
c) CARACTERISTICAS DE LA VIRGINIAMICINA.	14
OBJETIVO	17
METODO DE TRABAJO	19
RESULTADOS Y DISCUSION	23
CONCLUSION	29
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30

ILUSTRACIONES

FIGURAS:

- 1.- Esquema que muestra la estructura química de la virginiamicina.....15
- 2.- Efecto antibacteriano de la virginiamicina 18

CUADROS:

- 1.- Ganancias de peso promedio en valores porcentuales (%) y resultados de la prueba estadística de Kruskal-Wallis.. 26
- 2.- Ganancia final de peso promedio en valores porcentuales (%).....27

ILUSTRACIONES

- 3.- Resultados del análisis U de Mann-Whitney..... 28
- 4.- Valores del ICA y EBt de los tratamientos..... 28
- 5.- Resultados del Análisis Bromatológico realizado al alimento comercial.21

GRAFICAS:

- 1.- Gráfica Comparativa de Ganancia Final de Peso Promedio en valores porcentuales..... 27

RESUMEN.

El presente trabajo está enfocado al uso de promotores de crecimiento como una alternativa para aumentar la producción animal, fortaleciendo de esta manera el mejoramiento de la nutrición humana.

El promotor de crecimiento utilizado en el bioensayo fué el antibiótico Virginiamicina, este ha sido empleado en cerdos, aves y ruminantes con resultados muy favorables. Es por esto que se trató de determinar su efecto como promotor de crecimiento a manera de proponer una tecnología propia de manera eficiente que pudiera beneficiar a los interesados en la producción animal. La especie en la que se probó el efecto de la Virginiamicina fué *O. mossambicus* (tilapia-mojarra), debido a que esta es una especie de las más explotadas en nuestro país y reúne las características biológicas que la hacen una de las posibles soluciones para incrementar la productividad piscícola y consecuentemente ser una excelente fuente alimenticia.

INTRODUCCION.

La humanidad se enfrenta con un gran problema, la alimentación de su creciente población, pero sobre todo a la obtención de productos nutritivos a bajos costos, lo que había sido siempre de alguna forma compensado con productos agrícolas y ganaderos y en menor acceso a los pesqueros; y esto se ha debido al precio tan alto que se maneja, dada toda su infraestructura, para capturarlo. Es por todo ello, que hasta hace algunos años la actividad acuícola en nuestro país ha tomado un papel importante en su desarrollo, sin olvidar, que es centro de atención con las más optimistas expectativas para la producción de proteína animal. Esta perspectiva resulta particularmente atractiva para países en proceso de desarrollo con crecientes necesidades alimentarias y con dificultades para ampliar su frontera agrícola y ganadera.

Por otra parte, frente a la estabilización de la producción en las grandes pesquerías de todo el mundo, la Acuicultura representa la respuesta productiva a la expansión de los mercados, incorporando recursos naturales con escasos usos alternativos. Así mismo, su característica fundamental como una actividad que permite procesos continuos de producción y flexibilidad en las escalas productivas, son elementos que refuerzan su atractivo como una nueva opción del quehacer productivo (29).

En cuanto a los cultivos piscícolas, la tilapia (*Tilapia* sp. y *Oreochromis* sp.) en México se encuentran ampliamente distribuidas,

ya que posee una importancia potencial en la producción de proteína animal. Fué en el año 1981, cuando la SEPESCA por conducto de la Dirección General de Acuicultura, importó de Florida dos especies de tilapia, *O. mossambicus* y *O. hornorum* con la finalidad de producir sólo machos. Ahora bien, los atributos favorables que convierten a la tilapia en uno de los géneros más apropiados para la piscicultura son: gran resistencia física rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada producción debido a su tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad, habilidad para sobrevivir en bajas concentraciones de oxígeno y amplio rango de salinidad y la capacidad que tiene de nutrirse de una gran gama de alimentos naturales y artificiales. La calidad de la carne es excelente, de textura firme, su color blanco y no posee huesos intermusculares lo cual hace que se constituya en un pez altamente apetecible (1,2).

En nuestro país se introdujeron dos géneros de la familia Cichlidae: *Oreochromis* y *Sarotherodon*, ambos conocidos comúnmente como tilapias-mojarras. Estas especies se encuentran adaptadas a vivir en diversos medios ambientes acuáticos, teniendo como requerimientos ambientales: temperaturas altas (hasta 31°C) siendo fluctuante (32).

En cuanto a la alimentación acepta gran variedad, desde los balanceados producidos por las casas comerciales, hasta los naturales no procesados. Cuando se emplea alimento balanceado debe suministrarse a razón del 3% de su peso, distribuido 2

veces al día (31).

Las tilapias pertenecen a la familia Cichlidae, éstas son originarias de Africa y tienen una distribución muy amplia (3); actualmente es posible encontrarlas en la mayoría de los países de América, entre ellos Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Cuba, Colombia, Venezuela y Brasil (2,3,18).

La clasificación de Trewavas (40) de 1982 es la más aceptada, reconociéndose cuatro géneros para la tribu Tilapini: *Tilapia* (A. Smith), *Sarotherodon* (Rüppell), *Oreochromis* (Günther) y *Danabilia* (Thys). Esta clasificación se basa en las características morfológicas externas e internas, pero también se toman en cuenta sus hábitos alimenticios y reproductivos, sobre todo en la conducta sobre el cuidado de los huevecillos y alevines (39).

MORFOLOGIA .

Los individuos pertenecientes a la especie *Oreochromis mossambicus*, presentan el cuerpo comprimido lateralmente, la aleta dorsal es grande y espinosa; un orificio nasal a los lados del cuerpo, por encima de los labios. Las escamas son cicloides y la parte expuesta de ellas es suave al tacto. Sus caracteres merísticos son : la aleta dorsal presenta de 15-16 espinas y de 10-12 radios blandos con borde de color rojo; la aleta anal tiene de 3 a 4 espinas con 9-10 radios, la aleta pectoral con 14 o 15 radios, su línea lateral tiene de 29 a 33 escamas y presentan

de 8 a 12 branquiespinas (2,3,18).

La forma del pez es oblonga, y el perfil superior de la cabeza es cóncavo; el color del cuerpo es gris-olivo, algunas veces café o negruzco, dependiendo de las condiciones ambientales (14); la coloración de la cabeza es negra en el dorso con una sombra blanca-café abajo, los ojos son de color amarillo, el vientre es negro, la papila genital es blanca, y la parte terminal de la aleta caudal es fuertemente roja (3).

Presentan algunas hileras de dientes bicúspides en las mandíbulas superior e inferior, también poseen dientes faríngeos en la garganta (3), que forman parte del mecanismo de alimentación y por medio del cual degluten su alimento (30).

Por otra parte, muestran claro dimorfismo sexual; la hembra presenta tres orificios en el abdomen (anal, genital y urinario), mientras que el macho posee dos (anal y genital) (30,33).

Los individuos de este género son incubadores bucales maternos; la incubación del huevo dura de 2 a 3 días, y al nacer los alevines continúan en la boca de la madre, saliendo hasta que absorben su propio saco vitelino (2,14).

Estos organismos se desarrollan en aguas lénticas, someras o turbias de fondo lodoso, toleran altas salinidades, cuya temperatura oscile entre los 13° y 38°C (33). Son omnívoros, puesto que su alimentación se basa en el consumo de zooplancton, insectos acuáticos, y en alimentos artificiales como harinas y granos (30,33).

CLASIFICACION TAXONOMICA*

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnathostomata
Clase: Osteichthyes
Subclase: Actinopterygii
Infraclase: Neopterygii
Serie: Teleostei
Superorden: Acanthopterygii
Orden: Perciformes
Suborden: Percocidae
Familia: Cichlidae
Género: *Oreochromis*
Especie: *mosambicus* (Peters, 1852)

* Mc.Farland, 1985 (46).

Los agentes promotores de crecimiento han sido objeto de un estudio intenso desde que fueron introducidos a la actividad agropecuaria a principios de la década de 1950 (40), 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. Como dichos residuos contienen vitamina B₁₂, se pensó en un principio que su acción podría ser por la presencia de ésta, aunque posteriormente se comprobaría que los efectos de la vitamina B₁₂ y el antibiótico son independientes (5).

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 (5).

A pesar de los efectos de ciertos antibióticos como aceleradores de crecimiento de animales están bien establecidos, el mecanismo de su acción todavía es poco conocido. Se han llegado a plantear varias formas de acción:

A) Que los antibióticos actuarían indirectamente sobre los microorganismos del intestino (Teoría Entérica),

B) Los antibióticos tendrían un "efecto directo de vitamina" sobre los animales (Hipótesis Parenteral) (5).

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 (5).

Existe otra posibilidad del efecto del promotor de crecimiento, es decir, que los antibióticos actuarían sobre la Microflora del intestino, siendo 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, que no actúan o poseen efecto escaso sobre el desarrollo de los animales libres de gérmenes (5). Lo cual implica un mejor rendimiento en los primeros; estos puntos 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 del amoníaco a partir de la urea, los productos de transformación bacteriana de los ácidos biliares por *Streptococcus faecium*. Otro modo de acción que se ha propuesto se relaciona con la actividad de la colitaurina hidrolasa en el intestino delgado. Se ha visto que varios antibióticos reducen la actividad de esta enzima la cual se asoció con un mejoramiento en la Ganancia de peso y en la Conversión alimenticia (44). El entendimiento de los modos de acción de los promotores de crecimiento está íntimamente relacionado con el comportamiento ecológico de las numerosas y variadas bacterias que están presentes en el tracto intestinal (44).

Diferencias halladas en animales no tratados y tratados con promotores:

A) INTESTINO.

No Tratados.- Existe una influencia leve debido a la gran variedad de cambios existentes por las bacterias. Dado ésto, hay un engrosamiento en la pared del intestino además de que su superficie se ve áspera. El engrosamiento se debe a una capa de células inflamatorias que se producen como respuesta a un gran número de bacterias presentes y el aspecto áspero es debido al gran número de vellosidades asociadas con la absorción de minerales, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos del alimento presentes en el intestino (44).

Tratados.- Al adicionarse al alimento un promotor, ocurren: disminución en la inflamación ya que hay reducción en el número de células inflamatorias presentes por debajo de la superficie de la pared intestinal, siendo esta 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 (44).

B) BACTERIAS.

No Tratados.- Se encuentran 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 (44).

Tratados.- Se encuentran en grandes cantidades pero presentan diferencias; por ejemplo, E.coli parece tener pequeños orificios o lesiones, esto hace que sea más susceptible a ser --

destruida por diferentes agentes incluyendo a los antibióticos. También pueden evitar su adhesión a las vellosidades intestinales y así reducir el contacto entre ellas y otros órganos trayendo como consecuencia evitar formación de células inflamatorias. Finalmente, no desarrollan una constricción en el centro de ellas lo que provoca que no se puedan generar las nuevas bacterias. (44).

C) ACTIVIDAD BACTERIANA EN INTESTINO.

No Tratados.- Las bacterias participan en la degradación del material alimenticio produciendo una variedad de compuestos químicos como vitaminas y aminoácidos. Aunque algunos de estos son tóxicos los que deben ser destruidos o convertidos en sustancias inocuas, las cuales son eliminadas como productos de desecho. Una gran cantidad de energía procedente de la dieta se utiliza para que el animal convierta estas sustancias tóxicas en inocuas.

Tratados.- Existe una diferencia importante en la actividad bacteriana, diversos experimentos han demostrado que las cantidades de amoníaco y de ciertas monoamíνας químicas se encuentran bastante reducidas, lo cual indica una reducción de la cantidad de estas sustancias o que hubo una selección de cepas bacterianas que normalmente no la producen. Cualquiera que sea el método el resultado es una producción menor de las mismas. En consecuencia, la energía requerida para desintoxicar al animal ahora se encuentra disponible para poder mejorar su rendimiento, especialmente su eficiencia en la conversión alimenticia. (44).

D) ENZIMAS.

No Tratados.- El nivel de la enzima 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 nutrientes (44).

Tratados.- El nivel de Fosfatasa alcalina se incrementa. Esto indica que el promotor afecta a las bacterias intestinales (44).

Numerosas enzimas están presentes en el tracto intestinal con el propósito específico de preparar y ayudar a la absorción de los materiales alimenticios digeridos a lo largo de la pared intestinal y hacia el torrente sanguíneo (44).

Partiendo de lo anterior, se decidió trabajar con un antibiótico llamado Virginiamicina que actúa como promotor de crecimiento, para aumentar la producción acuícola (ganancia en peso).

Ahora bien, se sabe por experimentos realizados inicialmente en cerdos, aves y ruminantes, que dicho antibiótico (conocido también como estafilomicina) ha sido utilizado en diferentes dosis dentro de la dieta del animal (4,7,12,13,16,19,21,25,26,28,31,32,37,41,43); observándose en todos los casos un incremento en peso.

A continuación se hará una breve descripción del antibiótico empleado: es producido por el *Streptomyces virginiae*, aislado en 1954 de una muestra de tierra belga, por De Somer y Van Dijck. Desde entonces se cuenta con evidencia propia de su efecto positivo

en la velocidad de crecimiento y en la eficiencia alimenticia en los animales (aves, cerdos y bovinos), además la Virginiamicina cumple con otros tres criterios básicos:

- 1.- Es efectivo y de valor económico;
- 2.- No se usa como agente terapéutico en el hombre;
- 3.- No se describen problemas de resistencia y esto se debe a su estructura (2 antibióticos sinérgicos, es decir, el factor M es neutro y el factor S es ligeramente ácido), y al hecho de no actuar sobre gérmenes gram-negativos fuente de resistencia transmisible. Por lo tanto es considerado como aditivo ideal para los alimentos balanceados de los animales (23,34,35).

La Virginiamicina es un antibiótico natural de 2 peptólidos llamados Factor M y Factor S, que poseen efecto sinérgico con un amplio rango de acción contra organismos Gram-positivos (23,34,35).

FACTOR M.- lactona macrocíclica muy activa frente a *Micrococcus aureus* y constituye el 80%, su fórmula es $C_{28}H_{35}N_3O_7$ «Ver fig.1»

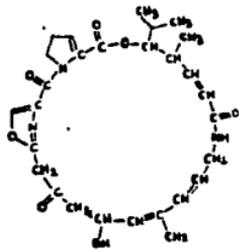
FACTOR S.- ciclopéptido muy activo frente a *Bacillus subtilis* y constituye el 20%, su fórmula es $C_{43}H_{49}N_7O_{10}$ «Ver fig. 1»

En cuanto a su actividad bacteriana tenemos que los mecanismos de inhibición son: a) Penetración del peptólido a través de la pared celular (la pared de las bacterias gram-negativas generalmente son impermeables) (23,34,35).

b) Ambos factores se fijan en el sitio específico dentro de la célula, de lo que resulta una alteración de su bioquímica. Así la Virginiamicina ocasiona que la célula cese de

VIRGINIAMICINA

A)



B)

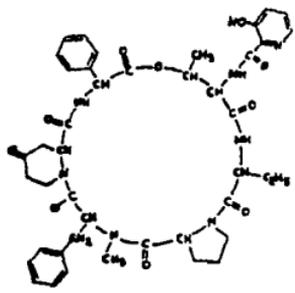


FIG. 1 ESQUEMA QUE MUESTRA LA ESTRUCTURA QUIMICA DE LA VIRGINIAMICINA. A) FACTOR M Y B) FACTOR S.

multiplicarse (bacteriostasis) o lisis celular (destrucción bacteriana) (23,34,35).

c) Cuando pequeñas concentraciones de virginiamicina entran en contacto con la pared celular por cortos periodos, se inhibe su crecimiento por largo tiempo después de que se retira el antibiótico (acción bacteriopausa) (23,34,35).

Específicamente inhibe la síntesis proteica de la célula bacteriana a nivel del ribosoma, al inhibir la formación de los enlaces peptídicos. Una molécula del factor M y una del factor S se ligan a cada 50 subunidades ribosomales S. Además la afinidad del factor S por los ribosomas se incrementa 6 veces en presencia del factor M. Los ribosomas de las bacterias gram-negativas, aislados por fuera de la pared celular, también son sensibles a la virginiamicina, lo que confirma que la impermeabilidad de la envoltura celular se relaciona con su indiferencia al antibiótico. Este particular efecto antibacteriano es una de las principales características del modo de acción de la Virginiamicina «Ver Fig. 2».

Es importante hacer referencia, al modo de acción de la virginiamicina, por lo que a continuación se darán algunas de sus características:

- 1) Disminuye el número de microorganismos gram-positivos, y produce un equilibrio más favorable de la flora intestinal, lo cual es altamente benéfico para el animal;

2) Inhibe el metabolismo bacteriano y reduce la formación del ácido láctico, amoníaco y ácidos grasos volátiles;

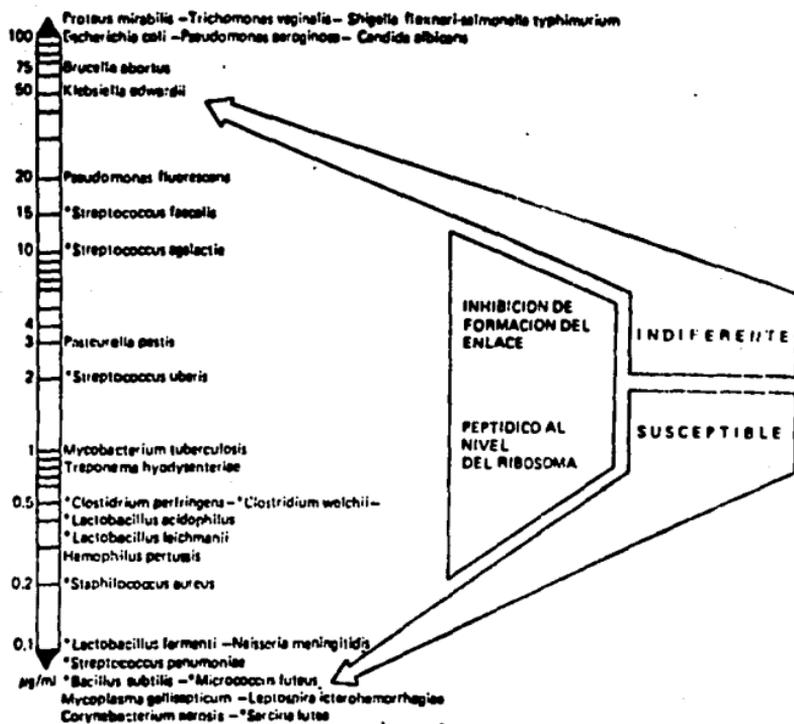
3) Ahorra la energía metabolizable y aumenta su biodisponibilidad para los animales; lo que nos indica que en términos de energía, la virginiamicina tiene efectos altamente positivos, pues aumenta la energía disponible para el animal. Ante todo reduce la fermentación de la glucosa por parte de la flora intestinal, además con otros experimentos se ha demostrado que la virginiamicina ahorra nutrientes y le permite al animal extraer más energía de su alimento;

4) Aumenta la asimilación de las proteínas y la absorción de aminoácidos, y

5) Disminuye la velocidad de paso de nutrientes por el tracto gastrointestinal, dando como consecuencia una reducción en la formación de ácido láctico, heces fecales más secas y mayor absorción de nutrientes (23,34,35).

Finalmente todas estas actividades producen una mejor biodisponibilidad de nutrientes, mejor conversión alimenticia y una mejoría en las tasas de crecimiento y producción (34).

Dadas las circunstancias del uso y empleo de este antibiótico en aves, cerdos y ganado para obtener una mayor eficacia alimenticia y por consecuencia un mejor crecimiento, es que se planteó como objetivo de este trabajo conocer el efecto de la virginiamicina, sobre el crecimiento (ganancia en peso) de *Oreochromis mossambicus*.



* Organismos gram positivos. El máximo crecimiento se logra en la producción 80 factor M/20 factor E.

FIG. 2 EFECTO ANTIBACTERIANO DE LA VIRGINIANICINA

MATERIAL Y METODO

Se utilizaron 50 tilapias juveniles (*O. mossambicus*) de 2.5-5.0g. aproximadamente de peso, procedentes de la Granja Piscícola "Zacatepec", Edo. de Morelos. Los peces se colocaron en acuarios (10 peces por acuario), con una capacidad de 40 l., provistos de agua de clorada y un sistema de aereación*, el cual mantuvo los niveles de oxígeno disuelto en el agua.

Los peces se trataron con ajo fresco y molido en proporción de 8 g/40 l. de agua para eliminar nemátodos intestinales, durante 2 semanas (36). Una vez cumplido el periodo de aclimatación y desparasitación, la población se agrupó al azar en 5 grupos, para iniciar el bioensayo que duró 13 semanas. Cada individuo se identificó por medio de un marcaje (con una inyección intracutánea) con tinta india** en diferentes zonas del cuerpo siendo la numeración la siguiente:



el número 10 No se marcó

*Hagen de 250 ml. de aire/min.

**Pelikan, Markana.

El remarcado se realizó cada 15 días.

Los 5 lotes que se formaron fueron identificados de la siguiente manera: LOTE 1.- Tratado con 4 mg/300 g de alimento (13 ppm).

LOTE 2.- Tratado con 9 mg/300 g de alimento (30 ppm)

LOTE 3.- Tratado con 16 mg/300g de alimento (53 ppm).

LOTE 4.- Tratado con 52 mg/300 g de alimento (173 ppm)

LOTE 5.- Sin tratamiento, utilizado como grupo Testigo.

Las tilapias fueron alimentadas con un producto comercial* y se evaluó su contenido nutricional a través de un análisis bromatológico proximal, realizado en el Departamento de Nutrición de la Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. «Ver Cuadro 5». El alimento fué molido y mezclado perfectamente con las dosis correspondientes de virginiamicina para cada lote experimental.

Estas dietas para peces, se preparan moliendo y mezclando todos los nutrientes con un poco de agua formando una pasta con la que se hicieron los pellets, facilitando de esta forma la distribución de todos los nutrientes y la asimilación del alimento por los organismos.

La cantidad del alimento suministrado a cada uno de los lotes, fué del 3% de su biomasa por acuario, dividida en dos raciones por día.

La manutención de los acuarios fué el siguiente: cada 7 días se realizó el pesaje de cada uno de los organismos de cada lote, los

* Tilapia-Iniciador de la empresa Purina, S.A. de C.V.

INGREDIENTES	BASE HUMEDA	BASE 90%	BASE SECA 100%
MATERIA SECA(%)	91.07		
HUMEDAD(%)	8.93		
PROTEINA CRUDA(Nx6.25)	26.15	25.84	28.71
EXTRACTO ETereo (%)	4.63	4.57	5.08
CENIZAS(%)	6.70	6.62	7.36
FIBRA CRUDA	2.60	2.57	2.85
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO(%)	51.00	50.40	56.00
T.N.D. (% APROX) BASE SECA	76.18	75.29	83.65
E.D. Kcal/Kg (APROX.)	3358.91	3319.31	3688.13

CUADRO 5. RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO REALIZADOS EN EL ALIMENTO DE TILAPIA-INICIADOR (PURINA).

cuales fueron graficados y analizados por las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney (6,15,38,40).

Se obtuvieron los resultados de el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) el cual indica la cantidad de alimento que se requiere para incrementar una unidad de peso y se tiene al dividir la cantidad de alimento suministrado entre el incremento de peso de la población. Con el valor de ICA se obtuvo la Eficiencia Bruta (EB%), la cual indica el porcentaje de aprovechamiento del alimento y se obtiene con el inverso del ICA multiplicado por 100 (22).

RESULTADOS Y DISCUSION.

El cuadro 1 muestra los valores relativos (%) de los pesos promedios de cada uno de los lotes por cada tratamiento, en el cual se observan diferencias en el incremento de peso promedio, siendo el grupo 3 el que muestra el mayor incremento.

La comparación se realizó con los valores relativos (%) de los grupos mediante las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis (cuadro 1) y U de Mann-Whitney (cuadro 3), poniendo de manifiesto que no existen diferencias significativas entre los grupos, incluyendo el testigo ($P < 0.10$ y $P < 0.05$ respectivamente). La gráfica describe la distribución de los grupos experimentales, mostrando que el grupo 3, alcanzó un mayor incremento (13.23%) del peso promedio final, en el tiempo que duró el bioensayo, seguido por el grupo 4 con un incremento del 11.56%, a diferencia de los grupos 2 y 1 (4.34% y 1.51% respectivamente) que se mantuvieron por debajo del grupo testigo (11.02%).

Las diferencias estadísticas no significativas, demuestran que la cantidad de virginiamicina suministrado a cada lote no tuvo influencia en la ganancia de peso de los organismos. Por lo que respecta a la dosis alta (lote 4) se encontró que probablemente la virginiamicina tuvo un efecto negativo en el crecimiento de los peces, debido posiblemente a su acción como antibiótico, que haya actuado sobre la Microflora del Intestino, lo cual posiblemente trajo consigo un desequilibrio en cuanto a la degradación y aprovechamiento del alimento.

Por lo que respecta a las dosis bajas, al no ser estas las adecuadas para contrarrestar los efectos patógenos de la flora intestinal, esto contribuyó posiblemente a un mayor consumo de nutrientes procedentes de la dieta por parte de las bacterias, aunado a esto, probablemente una mayor exigencia de energía proveniente de la misma dieta por parte del organismo, para contener estos efectos de alguna población bacteriana que se encontraba en el tracto intestinal, así como su incorporación a las vellosidades del intestino.

En el cuadro 4 se muestran los resultados del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y la Eficiencia Bruta (EB%), de cada uno de los lotes. Hay que considerar que el ICA no es el óptimo establecido para las tilapias(22)[puesto que las condiciones son diferentes, en cuanto al tipo de instalaciones, acuario y estanques].

El lote testigo es el que mostró el mejor rendimiento, puesto que se requirió de 2.82 unidades de alimento para obtener una unidad de producción, siendo para los lotes 1 y 2 los valores más altos (17.72 y 16.60). De donde el lote 4 y 3 (3.4 y 5.91) respectivamente) los que le siguen al testigo.

En lo referente a la EB%, hay que mencionar que el lote Testigo es el que obtuvo el porcentaje más elevado (35.46%), seguido por los tratamientos 4 (29.41), 3(16.93), 2 (6.02) y 1 (5.64).

Los resultados obtenidos con ICA y EB son un argumento que sirve de apoyo para pensar que en *O. mossambicus* no tuvo ningún efecto de promotor de crecimiento, el antibiótico virginiamicina,

puesto que suponemos hubo un efecto negativo, como ya se mencionó, en la microflora intestinal en algún nivel bioquímico.

Es importante también señalar que quizá influyó la dieta suministrada, dado que como se puede observar no reúne los requerimientos nutricionales óptimos establecidos por la FAO (8).

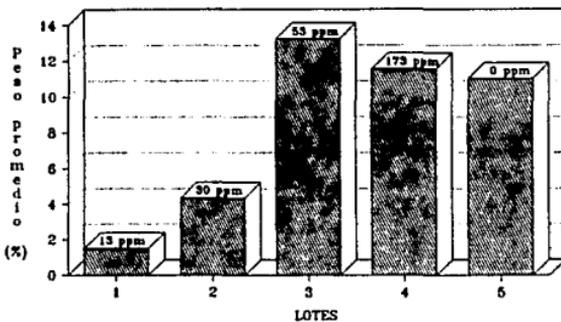
De todo lo anterior es detectable mencionar que, los productores de los promotores de crecimiento se han dado a la tarea de realizar experimentos con peces, en cooperación con Universidades, pero hasta la fecha han sido muy pocos, casi escasos, los trabajos realizados o publicados, de los cuales ya se refirieron en este trabajo(11,17,27,42).

PEZ	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3		LOTE 4		LOTE TESTIGO		
	di	RANGO	di	RANGO	di	RANGO	di	RANGO	di	RANGO	
1	-5.81	7	1.20	17			13.79	31	1.66	18	
2	0.55	14	-6.67	5	25.24	37	-2.68	11	25.33	38	
3	37.86	43	-17.13	1	4.28	22	14.62	32	6.01	24	
4	-4.70	9	4.00	21	2.93	20	55.23	45	24.36	36	
5	11.52	28	-5.03	8	34.75	42	15.42	33			
6	-7.83	4	34.17	41	12.90	30					
7	-7.87	3	-0.23	13	18.16	35	0.68	15	25.53	39	
8	-11.45	2	5.07	23	-1.65	12	0.86	16	10.41	27	
9	9.26	26	2.36	19	40.11	44	11.53	29			
10	-6.41	6	25.66	40	-4.41	10	6.15	25	16.88	34	
		<u>142</u>		<u>188</u>		<u>252</u>		<u>237</u>		<u>216</u>	
H= 7.42		g.l.= 4		P<.15							

CUADRO 1.- Ganancias de peso promedio en valores porcentuales (%) y resultados de la prueba estadística de Kruskal-Wallis.

ganancia de peso promedio
de los valores porcentuales = PESO INICIAL - P.FINAL
de cada uno de los peces

**GRAFICA¹ COMPARATIVA DE GANANCIA FINAL
DE PESO PROMEDIO EN VALORES
PORCENTUALES (%)**



LOTE	PESO PROMEDIO (%)	DOSIS (ppm)
1	1.51	13
2	4.34	30
3	13.23	53
4	11.56	173
5	11.02	0

CUADRO 2.- Ganancia final de peso promedio en valores porcentuales.

COMPARACION DE LOTES	VALORES DE "Z"	AREA BAJO LA CURVA NORMAL
LOTE 1 & LOTE 2	-0.30	0.6199
1 3	-1.06	0.8554
1 4	-1.14	0.8729
1 T	-0.58	0.7190
2 3	-0.65	0.7422
2 4	-0.32	0.6255
2 T	-0.87	0.8078
3 4	-0.31	0.6217
3 T	-0.37	0.6443
4 T	-0.68	0.7517

T= Testigo

CUADRO 3.- Resultados del Análisis U de Mann-Whitney.

LOTES	I.C.A. (gr.)	E.B. (%)
1	17.72	5.64
2	16.60	6.02
3	5.91	16.93
4	3.4	29.41
TESTIGO	2.82	35.46

CUADRO 4. Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y Eficiencia Bruta (EB%) de los tratamientos.

CONCLUSION.

Partiendo de todo lo anteriormente ya expuesto se concluye: que el trabajo realizado fué un bioensayo preeliminar para establecer si la virginiamicina, el cual como ya se mencionó tiene un efecto extraordinario en aves, cerdos, ganado y tal parece que en carpas; hubiese actuado de igual forma, en la ganancia de peso, en la especie *O. mossambicus*.

Por lo tanto se sugiere seguir probando el efecto de este anti-biótico, como promotor de crecimiento en tilapias.

También se sugeriría realizar experimentos un poco más precisos, es decir, si se sabe que la virginiamicina tiene su efecto sobre la flora intestinal en los organismos ya trabajados, se podría realizar un experimento *in vitro* en el intestino del pez para saber si existe alguna consecuencia.

Es recomendable en relación al tiempo de duración, seguir con la escala, puesto que lo deseado es obtener la ganancia de peso en corto tiempo, esto ya ha sido reportado con resultados favorables. Y por último se recomendaría probar este promotor, no sólo en carpas o tilapias, sino también con otras especies de importancia comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Aguilera, H.P. y Noriega, C.P. 1986a. ¿Qué es la Acuicultura?. FONDEPESCA. México, 57 pp.
2. Aguilera, H.P. y Noriega, C.P. 1986b. La Tilapia y su Cultivo. Sría. de Pesca. México, 59 pp.
3. Arredondo, Figueroa R. y Guzmán, Arroyo M. 1985. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapini (Pisces:Cichlidae) introducidos en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 56 (1985) Ser. Zool. (2) 555-572 pp.
4. Buresh, E.R., *et al.* 1985. Influence of Virgyniamycin on energy utilization when Turkey Poults were fed *Ad libitum* or restricted. Poultry Science. Vol.64: 1041-1042.
5. Cercos, Augusto P. 1957. Los antibióticos y sus aplicaciones agropecuarias. Ed. Salvat. Madrid, España. 315-346 pp.
6. Daniel, W.W. 1990. Bioestadística. 3a. Edición. Edit. Limusa. México. 667 pp.
7. Eysen, H. and P. de Somer. 1963. The mode of the action of Antibiotics in stimulating growth of Chicks. J. Exp. Med. 117: 127-138 pp.
8. F.A.O. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. ADCF/REP/87/ 26 Pág. 109
9. Freund, John E. y Manning, Smith R. 1989. Estadística. 4a. Ed. Edit. Pretince Hall. México, D.F.
10. Harms, R.H., *et al.* 1986. Influence of Virginiamycin on boilers fed fours levels of energy. Poultry Science. 65(10) 1984-1986
11. Hashimoto, Y., 1953. Effect of antibiotics and vitamin B₁₂ supplement on carp growth. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 19(8):899-905.

12. Hedde, R.D., *et al.* 1980. Virginiamycin effect on rumen fermentation in cattle. Journal of Animal Science. Vol. 51(1): 366-367.
13. Henry, R.P., *et al.* 1986. Influence of Virginiamycin and Dietary Manganese on Performance, Manganese utilization, and Intestinal Tract Weight of Broilers. Poultry Science. 65:321-324.
14. Hopher, B. 1985. Cultivo de Peces Comerciales. Ed. Limusa. México. Págs. 63-69.
15. Infante, Gil S. y P. Zárate, de Lara G. 1990. Métodos Estadísticos. Ed. Trillas. México, D.F.
16. Ivandija, L. 1981. Development of giant muscle fibres in the light and dark muscle of pigs under the influence of antibiotics in the feed. Veter. Archiv. Vol.49(5):211-221.
17. Korneyev, A.N. 1969. The Biological requirements for warm industrial water used for fish breeding. In: Fish Breeding in Warm Water in the USSR and Abroad. All-Union Sci. Res Inst. Maritime Fisheries and Oceanography. Moscow. 3-22 pp.
18. Lee, G. Iliana, *et al.* 1976. Posición Taxonómica del género Tilapia en México. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. 437-445.
19. Lima, F.R. De, *et al.* 1981. Effects of cooper, with and without ferrous sulfide and antibiotics on the performance of pigs. J. of Animal Science. Vol.52(2):241-247.
20. Merck & Co. Inc. 1970. Manual Merck de Veterinaria. 1a. Edic. U.S.A. Págs. 377-378, 1052, 1066-1116.
21. March, E.B., *et al.* 1978. Growth rate, Feed conversion, and Dietary Metabolizable Energy in Response to Virginiamycin Supplementation of Different Diets. Poultry Science. Vol.57:1346-1350.

22. Medina, M. 1980. El Factor de Condición Múltiple y el F.C. de Alimento. Manual Técnico de Acuicultura. Año 1. Núm. 1. Depto. de Pesca. México, D.F. 22-34 pp.
23. Memorias 8° Simposio de Virginiamicina. 1987. Smith Kline and French (Norden de México).
24. Merck & Co. Inc. The Merck Index. Tenth edition. Library of Congress Catalog U.S.A.
25. Moser, L.R., *et al.* 1985. Response of growing-finishing pigs to decreasing floor space allowance and (or) Virginiamycin in diet. J. of Animal Science. Vol.61 Núm.2
26. Parigi-Bini, R. y Chiericato, G. 1981. Milk substitutes for calves: effect of a supplement of virginiamycin on digestibility and balances of nitrogen and energy. Zootecnia e Nutrizione Animale. Vol.51 Núm.5. Padova, Italy.
27. Parova, J., O. Par and J. Tejnora. 1982. Testing of non-antibiotic stimulator Nitrovin in feed mixture for market carp production. Zivocinska Vyroba. 27(11): 801-810
28. Pelura, J., *et al.* 1980. Virginiamycin, protein and Lysine responses of young swine. J. of Animal Science. Vol.50 Núm.5
29. Programa de Desarrollo Integral de la Acuicultura 1990-1994. Sría. de Pesca. 1990. México, D.F.
30. Rosas, M.M. 1982. Biología Acuática y Piscicultura en México. Serie de Manuales Didácticos en Ciencia y Tecnología. México, 521 pp.
31. Rosen, G.D. 1983. Evaluation of Performance Promoters. Symposium on the Evaluation and the comparison of performance promoters. January 1984. Zurich. pp 41-46
32. Rosen, G.D. Comparison of Performance Promoters. Symposium on the evaluation and Comparison of Performance Promoters. February 1984. Zurich. 14-18 pp.

33. Secretaría de Pesca. 1982. Manual Técnico para el Cultivo de la Tilapia. México. 11-24 pp.
34. Smith Kline and French. Norden de México. 1989. Curso de Virginiamicina y Oxibendazole como aditivos en el alimento de los animales. México, D.F. 43 pp.
35. Smith Kline and French. Norden de México. Stafac-500.
36. Sumano, L.H., *et al.* 1988. Utilización del ajo *Allium sativum* como antihelmintico en tilapia *Sarotherodon mossambicus*. Vet.Méx. 19(4): 359-363 pp.
37. Stahly, T.S., *et al.* 1980. Effects of dietary inclusion of cooper and (or) antibiotics on the performance of weanling pigs. J. of Animal Science. Vol.51 Núm.6
38. Taro, Yamane. 1979. Estadística. Ed. Harla. México,D.F.
39. Trewavas, E. 1973. On the Ciclid Fish of the Genus *Pelmatochronis* on the relation ships between *Pelmatochronis* and the recognition of *Sarotherodon* as distincts Genus. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist) Zool. 25:1-26 pp.
40. Trewavas, E. 1982. Generic Groupings of Tilapinii used in Aquaculture. Aquaculture. 27:79-81.
41. Verwecke, J.I., *et al.* 1979. Quantitave *in vitro* evaluation of the Energy Metabolism influenced by Virginiamycin and Spyramicin used as growth promoters in pig in nutrition. J. of Animal Science. Vol. 46 Núm.5
42. Viola, S. and Arieli, Y. Non Hormonal Promotors for Tilapia and Carp.1. Screening Tests in cages. BAWIDGENH. Vol.7 Núm.2, Jun. 1987. 31-38 pp.
43. Visek, W.J. 1978. The Mode of Growth Promotion by Antibiotics. J. of Animal Science. Vol. 46 Núm.5

44. Walton, John R. 1990. Modo de Acción de los Agentes Promotores dde Crecimiento. Avicultura Profesional. Vol.7 Núm.3 México. 101-106 pp.
45. Zar, J.H. 1974. Bioestadistical Analysis. Ed. Prentice Hall. London. 119 pp.
46. Mc.Farland, *et al.* 1985. Vertebrate Life. Ed. Collier, Macmillan International. E.U.A. pp.114