

Evaluación de la bacitracina zinc, como promotor de crecimiento en tilapia híbrida (*Oreochromis* sp)

Jorge Vargas G.*
Ana Auró A.**
Marcela Frago C.**
Luis Ocampo C.***

Resumen

Se evaluó el efecto promotor de crecimiento de la bacitracina zinc en tilapia híbrida, para lo cual se utilizaron 40 tilapias híbridas divididas en cuatro lotes: 1, 2, 3 y el testigo. A todos los peces se les suministró alimento balanceado empastillado, al que se le adicionó 100 mg, 125 mg y 150 mg de bacitracina zinc por kilogramo de alimento respectivamente para los tres primeros lotes; al lote testigo se le suministró alimento sin promotor de crecimiento. Los resultados revelan que hubo diferencias significativas al menos en un tratamiento ($P > .05 < .10$), para los lotes con mayor ganancia de peso (lote 2 y testigo) se tuvo como resultado ($P < .39$). Se concluye que la inclusión de bacitracina zinc como promotor de crecimiento a las dosis antes indicadas, no tuvo efecto en la especie tratada.

Introducción

México cuenta con una población aproximada de 85 millones de habitantes, con un índice de crecimiento anual cercano al 2.5% según el censo de 1990. Esta población desgraciadamente se enfrenta a fuertes problemas de malnutrición.⁵ Por ende, cualquier posibilidad de producir alimentos ricos en nutrientes y a bajo costo, como la carne de pescado, puede contribuir a la solución del problema.¹

Las experiencias en numerosos países, demuestran la eficiencia de la acuicultura como actividad que puede contribuir a resolver problemas urgentes relacionados con deficiencias en la dieta de los mexicanos.¹

Dentro de las especies de peces que se cultivan y explotan en México destaca la trucha, la carpa, el bagre y la tilapia o mojarra. De estas especies, la tilapia o mojarra representa un gran potencial económico debi-

do a sus características biológicas, que la hacen una de las posibles soluciones para incrementar la productividad acuacultural y ser, por tanto, una excelente fuente alimenticia.³

A mediados de la década de los sesenta, se importaron de los ríos africanos tres especies de este género que resultaron magníficas por varios conceptos. Su clasificación taxonómica es:

Phylum	vertebrata
Subphylum	craneata
Clase	teleostei
Subclase	gnathostomata
Serie	pisces
Subclase	actinopterygii
Orden	perciformes
Suborden	percoidei
Familia	cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i> sp. ¹¹

Posee un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza. El cuerpo es comprimido, de forma discoidal. Tiene boca protractil, los dientes cónicos, aleta caudal redondeada y trunca, línea lateral interrumpida y escamas cicloides.

Los productores técnicos y profesionales se percataron de que los problemas de enfermedades podían superarse mediante medidas adecuadas de manejo aplicadas a los animales en explotaciones intensivas,⁸ pero surgieron otros problemas, entre los que destacan los relacionados con el rendimiento y la conversión alimenticia.⁸

Lo anterior enfatiza la prioridad del desarrollo de mejores técnicas y procedimientos de alimentación que superen a los convencionales; de ahí que los antibióticos, entre otros insumos, se usen con frecuencia en la práctica de alimentación de animales. Actualmente, se consideran ingredientes casi obligados en la formulación de raciones.⁸

La utilización de antibióticos en la alimentación animal data de la época de los 40's.^{12,14} Estos han sido objeto de un intenso estudio desde que fueron introducidos a la actividad agropecuaria en los 50's.^{2,6,15,16}

A la fecha no existen estudios del empleo de bacitracina zinc en la alimentación y producción de

Recibido para su publicación el 9 de enero de 1992

* Parte de este trabajo corresponde a la tesis de Licenciatura del primer autor.

** Departamento de Producción Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Departamento de Fisiología y Farmacología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

peces, ni pruebas sobre su uso en alimentación de tilapia. Por tanto, el objetivo fue evaluar la actividad de la bacitracina zinc como promotor de crecimiento en la tilapia híbrida, con base en la ganancia de peso post-tratamiento, así como su inocuidad a distintas dosis, de acuerdo a la mortalidad y análisis histopatológicos.

Por tanto, la hipótesis es que por lo menos una de las dosis de bacitracina zinc producirá mayores ganancias de peso.

Material y métodos

Para el bioensayo se utilizaron 40 tilapias híbridas, procedentes del Centro Acuícola "El Rodeo", ubicado en Zacatepec, edo. de Morelos, que se dividieron en cuatro lotes de 10 peces cada uno.

Los peces se colocaron en acuarios de 40 l de capacidad, provistos de agua dechlorada y aereación (200 ml/min) y se les dio un periodo de ambientación de 48 h (Cuadro 1). Después del ingreso se identificaron individualmente, por medio de una inyección cutánea de tinta india según un mapa preestablecido, y se pesaron individualmente tomando en cuenta que la biomasa por lote previa al ensayo fue homogénea.

Cuadro 1
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA
DE LOS ACUARIOS

Temperatura	18 C \pm 2 C
Oxígeno	5 ppm
pH	7
Dureza	12°dH

Los peces tuvieron pesos comprendidos entre 1 y 4 g; los lotes se conformaron de acuerdo a los pesos, desparasitándose con ajo fresco molido a una dosis de 200 mg/l de agua durante tres días antes de iniciar la investigación.⁷

Los peces se alimentaron con una dieta balanceada, de acuerdo a los datos del NRC, proporcionando el 3% de su biomasa diariamente, dividida en dos raciones al día (Cuadro 2). La bacitracina zinc se dosificó de la siguiente forma:

LOTE 1 Dieta balanceada con 100 mg de bacitracina zinc

LOTE 2 Dieta balanceada con 125 mg de bacitracina zinc

Cuadro 2
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL ALIMENTO

	Base húmeda %
Materia seca	93.94
Humedad	6.06
Proteína cruda (N X 6.25)	36.08
Extracto etéreo	8.39
Cenizas	12.08
Fibra cruda	2.70
Extracto libre de nitrógeno	3.74
T.N.D.	76.68

Cuadro 3
ANÁLISIS DE KRUSHKAL WALLIS PARA LOS CUATRO LOTES,
VALORES EXPRESADOS EN PORCENTAJE

Lote testigo	Lote 1	Lote 2	Lote 3
54.5	8.5	75.9	52.5
85.0	29.9	66.1	45.1
112.0	86.6	106.2	108.8
60.0	18.7	73.2	63.6
109.3	73.6	128.4	70.8
113.0	68.8	101.2	105.2
63.3	92.8	76.1	95.5
69.0	62.1	73.0	15.0
173.9	62.8	79.1	51.3
185.0	90.3	320.4	46.7
Rc = 250	R1 = 158	R2 = 261	R3 = 151

H = 7.52 P > .05 < .10

LOTE 3 Dieta balanceada con 150 mg de bacitracina zinc

TESTIGO Dieta balanceada sin aditivo.

Los animales de cada lote se pesaron semanalmente de manera individual, asimismo, se realizó la limpieza sistemática del acuario.

El bioensayo duró doce semanas. Se registró el peso de cada lote, para posteriormente realizar una curva de crecimiento.

Al final del bioensayo se sacrificaron dos animales por lote. Se les practicó la necropsia y toma de muestras para el procesamiento histológico por inclusión en parafina y tinción con hematoxilina y eosina, para ver el número de heterófilos en vellosidades intestinales (10 vellosidades), sacando el promedio por tres observadores independientes (Método Simple Ciego).¹³ Se verificó si hubo lesiones en otro órgano que pudieran deberse al medicamento.

Los análisis estadísticos que se emplearon fueron el de Krushkal Wallis con medidas porcentuales para homogeneizar el peso basal y el análisis de U de Mann Whitney. Previo a dichas pruebas se hizo un análisis de Bartlett que mostró homogeneidad de varianza dentro del grupo (P = .0102).¹³

Resultados

El análisis no paramétrico de Krushkal Wallis mostró diferencias significativas (P > .05 < .10) entre los lotes tratados, dadas por lo menos por un tratamiento (Cuadro 3).

En la Figura 1 se muestra la ganancia de peso al final del tratamiento; la ganancia más alta por lote la obtuvo el lote 2, seguido por los lotes testigo, 1 y por último el 3.

Al realizar la prueba de U de Mann Whitney (Cuadro 3) para los lotes de mayor peso en la prueba de Krushkal Wallis, lote 2 y testigo se tuvo como resultado (P < .39), estadísticamente no significativo.

El mayor número de heterófilos se encontró en el lote 3, seguido por los lotes testigos, 2 y el 1 (Cuadro 4).

Cuadro 4
PRUEBA DE U DE MANN WHITNEY, REALIZADA
PARA LOS LOTES 2 Y TESTIGO. VALORES EXPRESADOS
EN PORCENTAJE

Lote testigo	Lote 2
54.6	75.9
85.0	66.1
112.5	160.0
60.0	73.2
109.3	128.4
113.0	101.2
63.3	66.1
69.0	73.0
173.9	79.1
185.0	320.4
Rc = 101	R2 = 46

T = 46 P < .39
S = 13.22

Al observar los cortes histológicos de hígado se encontró esteatosis hepática, así como inclusiones eosinófilas ácido resistentes en las células tubulares renales de todos los lotes.

Discusión

Contrariamente a las experiencias con el uso de la bacitracina zinc en otras especies, el empleo de la

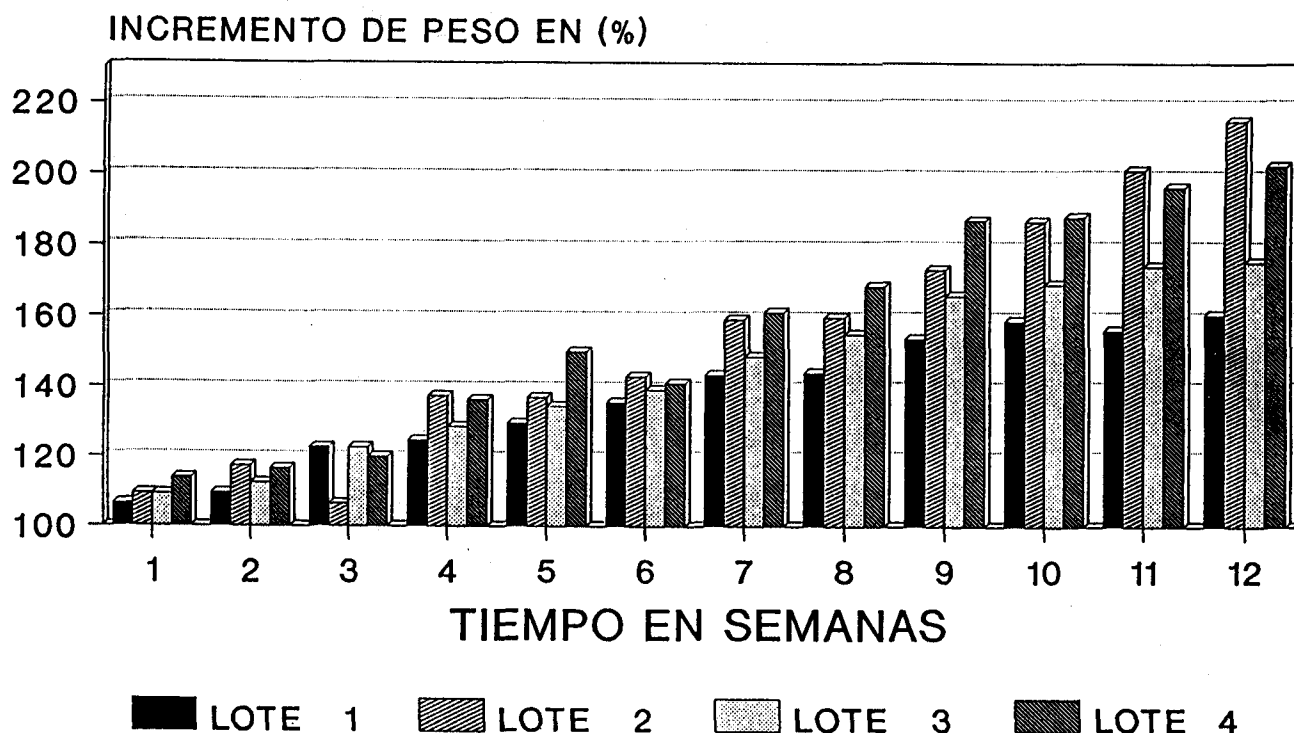
misma como promotor de crecimiento en tilapia híbrida no mostró efecto positivo en la ganancia de peso. Una posible causa es el manejo del producto hasta antes de emplearse en la fabricación del alimento, que, en condiciones inadecuadas de almacenaje, pierde su actividad en dos semanas o menos.^{4,5}

Otro factor importante es la etapa del ciclo productivo, en la cual se emplea el promotor, pues en este ensayo se utilizaron animales con peso promedio por lote de 2.03 a 2.04 g. En general, el uso de promotores de crecimiento se recomienda para animales más jóvenes, que responden más eficientemente al suministro de antibióticos; por tanto, su inclusión en raciones alimenticias conviene más en los alevines 2 y cría (aproximadamente entre .5 y 1 g).⁸

No hay trabajos anteriores para establecer la dosificación óptima. Se tomó en cuenta la solubilidad del producto, considerando que al estar en contacto con el agua éste se diluye, por lo que las dosis utilizadas superaron a las usadas y recomendadas para aves, cerdos y becerros.

Las dosis utilizadas en el bioensayo fueron de 100, 125 y 150 mg/kg de alimento, que comparadas resultan mucho mayores a las usadas en otras especies.

La adición de antibióticos en el alimento para peces criados artificialmente se realiza por un corto periodo. En este caso apenas se producen daños, a no ser aque-



LOTE 1 BZ 100 mg/kg LOTE 3 BZ 150 mg/kg

LOTE 2 Bz 125 mg/Kg LOTE 4 TESTIGO

Figura 1. Ganancia de peso al final del tratamiento con bacitracina-zinc

Cuadro 5
NUMERO DE CELULAS HETEROFILAS (10 VELLOCIDADES)
DE PECES TRATADOS CON BACITRACINA ZINC Y LOTE
TESTIGO, PRUEBA SIMPLE CIEGO, PARA 2 PECES DE
CADA LOTE, REALIZADA POR TRES OBSERVADORES

Lote	Tratamiento	No. heterófilos
Testigo	S/trat.	10
1	100 mg/kg	3
2	125 mg/kg	5
3	150 mg/kg	12

llos debidos a un cierto retraso en el crecimiento hasta la restitución de la flora bacteriana intestinal normal en el pez, eliminada por el tratamiento.¹⁰

Por otra parte, la contaminación de las aguas por desechos industriales (metales pesados como cobre, plomo, mercurio, zinc, cadmio, hierro y magnesio) ocasiona problemas en los peces.^{9,10}

Ronald¹⁰ indica que las inclusiones eosinofílicas en riñón son patognomónicas de intoxicación por cadmio y mercurio; estas lesiones se encontraron en los lotes tratados y en el testigo.

Al observar los cortes histológicos también se encontró en el hígado esteatosis hepática, que se presenta generalmente en animales alimentados con desechos de peces o con alimentos granulados, en donde parte de los lípidos se enrancia.¹⁰

Histológicamente la lesión consiste en infiltración grasa del hígado, con pérdida de la tinción del citoplasma y distorsión del parénquima, lo que provoca anemia grave. Cuando el hígado se satura de sustancias grasas, el pez excepcionalmente recupera su capacidad anterior para la asimilación de nutrimentos.¹⁰

En la Figura 1 se observan las ganancias de peso semanales para todos los lotes; la menor ganancia de peso en el bioensayo correspondió al lote 3, seguido por los lotes 1, testigo y el 2, este último con la mayor ganancia de peso al final. Cabe mencionar que este peso final en el lote 2 lo dio el comportamiento de un solo animal, el que, al acabar el bioensayo, alcanzó el 320% de su peso inicial; el resto del lote tuvo un comportamiento similar a los demás. Al comparar el efecto de la bacitracina el número de heterófilos (Cuadro 5) fue similar; sólo en el lote 1 del tratamiento de bacitracina el número de heterófilos es mayor, con 96 células heterófilas (10 vellocidades).

Los resultados obtenidos en otras especies con tratamientos a base de bacitracina zinc, en aves de engorda con dosis de 3.75 mg/kg de alimento al inicio y de 25 mg/kg al finalizar el tratamiento, muestran una ganancia de peso 6% mayor para los animales tratados.² En otro experimento la ganancia de peso aumentó en 8.8% y 13% con la adición de 5 ppm de bacitracina zinc.¹²

En becerros con una dosis de 80 mg/kg de alimento (sustituto lácteo) de bacitracina zinc, al finalizar el ensayo hubo una ganancia de 6.1% mayor al grupo testigo como promedio.

En cerdos con una dosis de 20 ppm de bacitracina zinc se obtuvo una respuesta positiva de 2-3% en relación con la ganancia de peso. La respuesta mejoró cuando se usaron 50 ppm de bacitracina zinc hasta los 50 kg de peso vivo, seguidos por 10 ppm de bacitracina zinc de los 50 kg, hasta los 90 kg de peso vivo.

En ningún caso se informa de toxicidad, efecto negativo por la adición de bacitracina, zinc, o ambas.

La esteatosis hepática observada en los animales de todos los lotes se debe al alimento, ya que éste es balanceado según las necesidades de la especie, pero cuando ésta se halla en el acuario el gasto energético es mucho menor y resulta un exceso de grasa. Por otro lado, las inclusiones intracitoplasmáticas en células renales se deben a la presencia de metales pesados (probablemente cadmio o mercurio) en el agua de la granja de origen.*

Dados los resultados, debe mencionarse que no hay beneficio económico en la inclusión de bacitracina zinc en la dieta de peces. Sin embargo, se sugiere hacer pruebas a nivel de estanquería.

Abstract

Forty hybrid specimen of *Oreochromis* sp were used and divided in groups: 1, 2, 3 and the control. All fish were fed with a commercial diet feed. 100, 120 and 150 mg of zinc bacitracin per feed kg were added to the three first groups, respectively. The control group remained without the growth promoter addition. At the end of the bioessay, significative differences were found at least in one treatment ($P > .05 < .10$). The statistic test revealed that the groups with the highest weight increase were group 2 and the control ($P < .39$). It is concluded that the zinc bacitracin addition as a growth promoter at the doses used in this study did not provide a positive growing effect.

Literatura citada

1. Carrera, C.M.: Engorda de tilapia (mojarra de agua dulce). Tesis de licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1981.
2. Dulce, M.C.: Uso de promotores de crecimiento en pollos de engorda. *Rev. Avicultura*, 28: 103-112 (1984).
3. Guzmán, O.L.: Efecto promotor del crecimiento del ajo (*Allium sativum*), en la tilapia híbrida (*Oreochromis* spp). Tesis de licenciatura. *Fac. de Ciencias.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1990.
4. Jawetz, E. y Meinnick, L.J.: Microbiología Médica. 14a ed. *Manual Moderno*, México, D.F., 1985.
5. Martínez, S.F.M.: Adaptación de tres diferentes especies de tilapia. Tesis de licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1981.
6. Meder, V.S.: Revisión bibliográfica de antibióticos promotores de crecimiento. Tesis de licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1981.
7. Peña, H.T.: Evaluación del efecto nematocida de los extractos solubles del ajo (*Allium sativum*) en carpa (*Cyprinus carpio*). *Inst. Cienc. Mar y Limnol*, 13: 243-250 (1988).

* Dirección Técnica del Centro, Comunicación personal, 1991.

8. Ramírez, N.R. y Márquez, J.M.: Manual de Aditivos y Suplementos para la Alimentación Animal. 2a ed. *Manual Agropecuario*, México, D.F., 1987.
9. Reichenbenbach, K.: Trabajos Sobre la Histopatología de los Peces. *Acibia*, Zaragoza, España, 1977.
10. Ronald, J.R.: Patología de los Peces. *Mundiprensa*, Madrid, España, 1981.
11. Rubín, R.: Manual Práctico de Piscicultura Rural. 3a ed. *CECSA*, México, D.F., 1984.
12. Ruiz, D.F.: Recursos Pesqueros de las Costas de México. 2a ed. *Limusa*, México, D.F., 1985.
13. Said, I.C. y Zárate, L.G.: Métodos Estadísticos. *Trillas*, México, D.F., 1984.
14. Soriano, T.J. y Bojórquez, N.L.: Efecto de la bacitracina zinc sobre el crecimiento y microflora intestinal del pollo de engorda. *Vet. Méx.*, 16: 257-260 (1985).
15. Sumano, L.H. y Ocampo, C.L.: Farmacología Veterinaria. *McGraw-Hill*, México, D.F., 1987.
16. Walton, R.J.: Modo de acción y aspectos de seguridad de los agentes promotores de crecimiento. *Avicultores Profesionales*, 7: 101-106 (1990).