

EFFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE NITRITOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN ALEVINOS DE BOCACHICO (*Prochilodus magdalenae*)

Ceballos S., Pinzón O., González J. F.

Laboratorio de Toxicología Acuática. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.*

Recibido Septiembre 10. de 2001; Retornado para modificación Septiembre 7 de 2001; Aceptado Septiembre 10 de 2001

RESUMEN

Juveniles de bocachico (*Prochilodus magdalenae*) con pesos entre 0,5 y 1,8 g fueron expuestos crónicamente a dos concentraciones de nitritos (0.5 y 2.0 ppm de N-NO₂) durante un período experimental de 45 días, para evaluar el efecto del tóxico sobre la biomasa, ganancia de peso, ganancia en longitud, conversión alimenticia aparente y sobrevivencia. Las variables fueron evaluadas los días 0, 15, 30 y 45 de experimentación. Se presentaron sobrevivencias de 90%, 77,5% y 75% para los tratamientos control, 0.5 ppm de N-NO₂ y 2.0 ppm de N-NO₂, respectivamente. La ganancia en longitud se vio disminuida significativamente ($p < 0.05$) en el grupo expuesto a 2.0 ppm de N-NO₂ en los periodos 0 - 15 y 0 - 45. La biomasa total se afectó significativamente debido a la mortalidad.

Palabras claves: Bocachico, *Prochilodus magdalenae*, nitritos

INTRODUCCIÓN

El bocachico (*Prochilodus magdalenae*) se encuentra entre las especies ícticas nativas aptas para cultivo y es un recurso de alta aceptación por la población colombiana. Esta especie se encuentra en los ríos Magdalena, Cauca, Atrato, San Jorge y Sinú (Dahl, 1971). Se ha logrado su reproducción en cautiverio, siendo una alternativa para el repoblamiento de los cuerpos de agua y para su explotación comercial en estanques (Otero, 1999).

Una exposición a concentraciones elevadas de nitritos inhibe el crecimiento de los peces y afecta la sobrevivencia, ocasionando la enfermedad de la «sangre achocolatada». Los nitritos son tomados por las branquias a través de las células de cloro y se unen a la hemoglobina oxidando el átomo de hierro formando metahemoglobina o ferrihemoglobina, fase oxidada que impide transportar oxígeno por lo que el pez sufre una significativa disminución en la tensión de oxígeno tisular (Colt et al., 1981). Este problema puede ocasionar la

pérdida total de la población de peces dentro de un estanque, llevando a grandes pérdidas económicas para el piscicultor.

El presente trabajo tuvo como objeto determinar si dos concentraciones de nitritos afectan el desarrollo y sobrevivencia de alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*), expuestos crónicamente durante 45 días. Esta información sería de gran importancia para los piscicultores ya que se podrán tomar medidas de control en caso que los niveles se encuentren altos y comiencen a afectar el crecimiento y la sobrevivencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase Experimental

La fase de aclimatación y el desarrollo de la fase experimental se llevaron a cabo en el Laboratorio de Toxicología Acuática de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la

* E-mail: djfgonzam@yahoo.com

Universidad Nacional de Colombia. La fase de aclimatación tuvo una duración de 102 días, el peso promedio de los peces estuvo en 0,2 g y se presentó una mortalidad del 58.3%. Los peces seleccionados para la fase experimental tuvieron un peso de 0,5 a 1,8 gramos y un rango de longitud estándar de 2.6 cm a 4.3 cm. Se realizó una distribución en "U" para lograr que todos los grupos fueran homogéneos en peso (Steel y Torrie, 1985).

El experimento tuvo una duración de 45 días. Se utilizaron 11 acuarios con capacidad de 34 litros cada uno, donde se tuvieron 10 peces. La temperatura se mantuvo en un rango de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se realizaron recambios de agua diarios del 50% en las horas de la mañana.

Al inicio del experimento se adicionó nitrito de sodio (NaNO_2 - MERCK^a, 99% pureza) en el agua de los acuarios para alcanzar la concentración de 0.5 mg / litro de N-NO_2^- (NaNO_2) y de 2.0 mg / litro de N-NO_2^- (NaNO_2). Dado que se practicó un recambio de agua diario del 50%, fue necesario aplicar la mitad de nitrito de sodio desde el segundo día de experimentación para mantener las concentraciones.

Alimentación de los alevinos

Los peces se alimentaron diariamente con concentrado comercial (Mojarra 35%). La presentación del alimento fue en harina y se suministraron 3 raciones al día (9:00 a.m., 12:00 m y 4:00 p.m.) proporcionándoles un 2,5% de la biomasa.

Análisis físico - químicos del agua

pH: La medición del pH se hizo semanalmente con la ayuda de un potenciómetro.

Temperatura: Cada acuario contó con un termómetro con columna de mercurio.

Nitritos: Las concentraciones se determinaron según método espectrofotométrico de la sulfanilamida (APHA, 1992).

Amonio: Se utilizó un kit comercial colorimétrico de amonio.

Evaluación de parámetros productivos

En los días 0, 15, 30 y 45 del experimento los peces se pesaron y midieron individualmente. Los parámetros productivos evaluados fueron:

- Ganancia de peso (Biomasa): Biomasa final - Biomasa inicial.

- Biomasa total: Es el peso total de los peces en cada acuario.

- Ganancia de longitud estándar: Longitud final - longitud inicial.

- Conversión alimenticia aparente: Alimento suministrado / ganancia de biomasa.

- Supervivencia final: Es el número de peces por tratamiento que logran llegar vivos al final de la fase experimental y se expresó como porcentaje.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo (días 0, 15, 30 y 45) con 3 tratamientos y 3 repeticiones (grupo control) y 4 repeticiones (tratamientos 2 y 3). Los peces fueron clasificados y repartidos al azar en grupos de 10 en 12 acuarios de experimentación; al día siguiente se presentó la muerte de todos los peces de un acuario. El acuario perdido se descontó del grupo control, quedando con 3 repeticiones para el resto del periodo experimental, por lo que se utilizaron un total de 11 acuarios. La unidad experimental fue un acuario, donde se manejaron 10 peces. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1 = Control.

Tratamiento 2 = 0.5 mg / litro de N-NO_2^- (NaNO_2).

Tratamiento 3 = 2.0 mg / litro de N-NO_2^- (NaNO_2).

Las variables fueron comparadas utilizando un Análisis de Varianza y una prueba de Tukey para determinar diferencias entre tratamientos con la ayuda del programa estadístico SAS.

Supervivencia final

Este parámetro se trabajó como frecuencias observadas. A esta variable se le aplicó una prueba de χ^2 de independencia para determinar diferencias entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Físico - químicos del Agua

Los valores de nitrito, pH y amoníaco durante el periodo experimental se presentan en la Tabla 1.

Los niveles de pH se mantuvieron en un nivel casi neutro. Según lo reportado por Bath y Eddy (1980) para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) la toxicidad del nitrito

Tabla 1. Valores de nitrito en agua, pH y NH₃ durante el periodo experimental (45 días).

Tratamiento		N-NO ₂ (mg/l)	pH	NH ₃ (mg/l)
1 Control	Promedio	0.03	7.13	0.0011
	Máximo	0.11	7.69	0.0028
	Mínimo	0.00	6.72	0.0002
	Desv. Estándar	0.03	0.25	0.0006
2 0.5 ppm N-NO ₂	Promedio	0.47	7.21	0.0013
	Máximo	0.66	7.59	0.0023
	Mínimo	0.33	6.89	0.0005
	Desv. Estándar	0.07	0.18	0.0004
3 2.0 ppm N-NO ₂	Promedio	1.95	7.23	0.0011
	Máximo	2.38	7.48	0.0021
	Mínimo	1.57	7.01	0.0004
	Desv. Estándar	0.22	0.11	0.0005

se puede ver afectada por un pH muy ácido (>5) o muy alcalino (>10). En cuanto a los niveles de NH₃ éstos permanecieron en concentraciones bajas debido a que se realizaron recambios diarios de agua. Los niveles de nitritos encontrados durante el bioensayo estuvieron dentro de las concentraciones propuestas inicialmente (Concentración real vs. Concentración nominal).

Análisis del comportamiento

Los bocachicos del grupo control así como los de los tratamientos 2 y 3 consumieron el alimento en la parte superior y en el fondo del acuario. Algunos de los peces expuestos a los nitritos se situaron en el fondo del acuario y la mayoría permanecieron quietos o realizando movimientos un poco más lentos. Se presentaron disputas territoriales en el acuario. Tomasso y col. (1979) sugieren que los peces que nadan más lentamente pueden transportar suficiente oxígeno disuelto en el plasma para cumplir sus requerimientos metabólicos.

Biomasa total

La biomasa se vio afectada significativamente en los primeros 15 días de experimentación en los grupos de peces expuestos a 0.5 y 2.0 ppm de N-NO₂ debido a la alta mortalidad que generaron estas concentraciones. En los siguientes 30 días de experimentación solamente la concentración de 2.0 ppm de N-NO₂ afectó la biomasa significativamente. Esto puede sugerir que los peces expuestos a una concentración de 0.5 ppm

de N-NO₂ lograron una mejor adaptación al tóxico que los individuos expuestos a 2.0 ppm de N-NO₂ (Tabla 2).

Ganancia de peso

Esta se calculó como ganancia de biomasa por acuario. No se presentó un efecto de los tratamientos con nitritos sobre la ganancia de peso (Tabla 2).

Contrario a lo encontrado en el presente estudio, Colt y col. (1981) reportaron para el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en una exposición crónica de 31 días que el crecimiento se redujo significativamente con concentraciones de 1.62 y 2.61 mg/l de N-NO₂ comparado con el grupo control. Frances y col. (1998) en una exposición crónica de 25 días reportan que el crecimiento se vio afectado a una concentración alrededor de 1.43 mg/l de N-NO₂.

Ganancia de longitud estándar

Esta se calculó como ganancia de longitud por acuario. Se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de los intervalos de tiempo en que se calculó esta variable (15 - 30 y 30 - 45). Se presentaron diferencias significativas en el intervalo (30 - 45). Esto se debe a que los peces

Tabla 2. Valores de biomasa total, ganancia de peso (biomasa), ganancia de longitud estándar (por grupo) y conversión alimenticia aparente durante el periodo experimental (45 días).

VARIABLE	TRATAMIENTO	DIA 0	15	30	45
Biomasa Total	Control	9.83±0.11 a	11.37±0.32 a	13.50±0.36 a	16.40±0.7 a
	0.5 ppm N-NO ₂	9.78±0.09 a	10.20±0.63 b	12.05±0.71 ab	14.38±0.68 ab
	2.0 ppm N-NO ₂	9.63±0.15 a	10.10±0.46 b	11.20±1.18 b	13.35±2.0 b
		A	B		B
Ganancia de peso	Control		2.17±0.41	2.13±0.56	2.90±0.65
	0.5 ppm N-NO ₂		1.90±0.50	1.85±0.26	2.53±0.15
	2.0 ppm N-NO ₂		1.57±0.15	1.63±0.29	2.50±0.89
Ganancia de longitud	Control		2.53±0.85 a	1.90±0.60 a	1.77±0.05 a
	0.5 ppm N-NO ₂		1.63±0.17 ab	2.58±0.57 a	1.23±0.15 ab
	2.0 ppm N-NO ₂		1.15±0.36 b	2.20±0.18 a	0.73±0.56 b
			A		B
Conversión	Control		1.85±0.48	2.18±0.66	1.72±0.37
	0.5 ppm N-NO ₂		2.0±0.46	2.10±0.22	1.67±0.13
	2.0 ppm N-NO ₂		2.32±0.29	2.27±0.59	1.72±0.54

Letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.05$)

Letras mayúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente diferentes significativas entre intervalos de tiempo ($p < 0.05$)

tuvieron una tendencia a disminuir la ganancia en longitud a medida que transcurrió el tiempo. Se presentaron diferencias significativas hacia el día 15 entre el grupo control y peces expuestos a 2.0 ppm de N-NO₂ y en el día 45 entre los mismos tratamientos. Las ganancias en longitud no fueron proporcionales a las ganancias en biomasa debido a que a medida que transcurrió el tiempo tuvieron una tendencia a aumentar de peso pero no en longitud (Tabla 2).

Conversión alimenticia aparente

Las concentraciones de nitritos no afectaron significativamente la conversión aparente del alimento. La conversión alimenticia promedio para todo el periodo experimental fue de 1.91, 1.92 y 2.1 para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente (Tabla 2).

Sobrevivencia

Al realizar la prueba de X², se encontró que los tratamientos con nitritos no afectaron significativamente la sobrevivencia de los peces. En los primeros quince días de experimentación se observó el 81.8% de la mortalidad total del experimento (Figura 1).

Después de los primeros 15 días de experimentación la mortalidad disminuyó notablemente. Se puede sugerir que con el tiempo los peces experimentaron un cierto grado de adaptación al tóxico (Figura 2).

Smith y Williams (1974) revisaron los efectos del nitrito y observaron que la trucha arco iris presentó un porcentaje

de mortalidad del 55% después de 24 horas de exposición con 0.55 mg/l de N-NO₂. El bocachico demostró en este estudio ser una especie menos susceptible a NO₂ que la trucha arco iris, ya que a concentraciones de 0.5 y 2.0 ppm de N-NO₂ no se presentó mortalidad en un periodo de 24 horas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La exposición a nitritos generó un efecto significativo en la biomasa en los primeros 15 días de experimentación, esto puede sugerir que en este periodo de tiempo se presentó una mayor manifestación de los efectos tóxicos del nitrito.

Las concentraciones de N-NO₂ utilizadas en este bioensayo no afectaron significativamente la mortalidad de los alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Aunque se presentó mortalidad en el grupo control (10%), ésta fue menor que los peces expuestos a concentraciones de 0.5 mg/l de N-NO₂ (22.5%) y 2.0 mg/l de N-NO₂ (25%).

Se recomienda hacer una mayor investigación de nuestras especies nativas bajo exposiciones crónicas con concentraciones que se pueden encontrar comúnmente en sistemas de cultivo.

Estudios en exposiciones agudas a N-NO₂ con bocachico (*Prochilodus magdalenae*) lo hacen ver como una especie más susceptible que la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y más resistente que la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

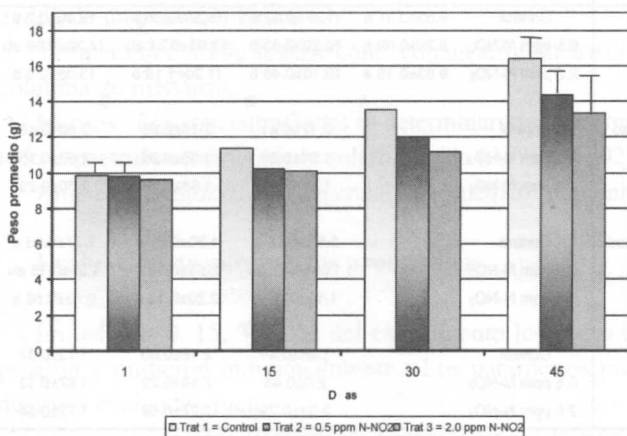


Figura 1. Biomasa total (G) para los diferentes tratamientos experimentales.

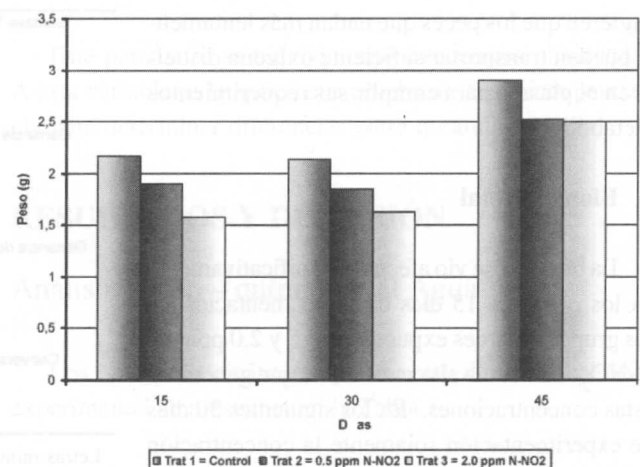
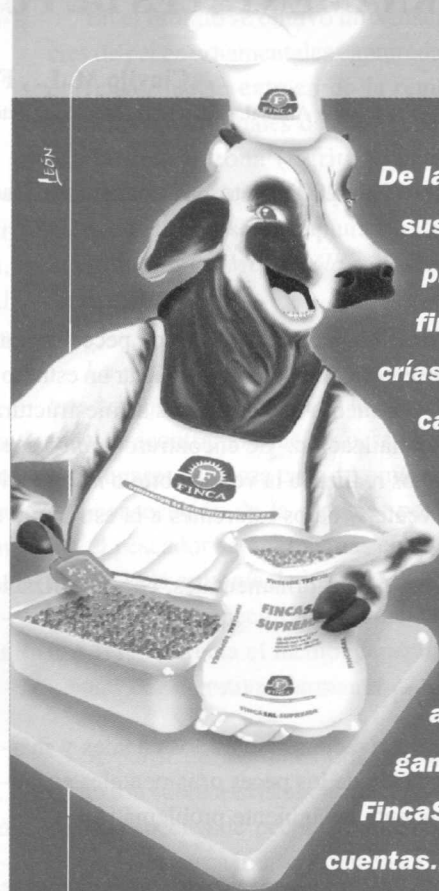


Figura 2. Ganancia de peso por grupo (G) para los diferentes tratamientos experimentales.

BIBLIOGRAFIA

1. Bath R, and Eddy F. Transport of nitrite across fish gills. Exp. Zool. 214: 129 - 121, 1980.
2. Colt J, and Ludwig R. Tchobanoglous, g. The effects of nitrite on the short - term growth and survival of channel catfish, (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture. 24: 111 - 122, 1981.
3. Dahl G. Los peces del norte de Colombia. Ministerio de Agricultura. INDERENA. Bogotá, D. C. p 391, 1971.
4. Frances J, Allan G, and Nowak B. The effects of nitrite on the short- term growth of silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Aquaculture. 163: 63 - 72, 1998.
5. Otero R. El bocachico: Un recurso en vía de extinción. Revista Acuorient. 7: 8 - 9, 1999.
6. Smith C., and Williams W. Experimental nitrite in trout and chinook salmon. Trans. Amer. Fish. Soc. 103: 389 - 390, 1974.
7. Steel R, and Torrie J. Bioestadística principios y procedimientos. Segunda edición. Editorial Mac GrawHill. Bogotá Colombia. 1985.
8. Tomasso J, Wright M, Simco B, and Davis K. Inhibition of nitrite induced toxicity in **Channel catfish** by calcium chloride and sodium chloride. The Progressive Fish Culturist. 42: 144 - 146, 1980.

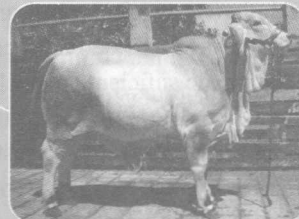
**¡Póngale FincaSal a su ganado y...
...Aumente la productividad
de su finca!**



De la buena reproducción de sus vacas depende la productividad de su finca. Para obtener más crías, más leche o más carne todo el tiempo usted necesita las sales de FINCA S.A. Suplementos Minerales que se integran eficazmente a la nutrición de su ganado. Suministre

FincaSal a su ganado y saque cuentas...

...saldrá ganando!



Para Ganado Tipo Carne:

FINCASAL CRÍA
FINCASAL LEVANTE
FINCASAL CEBA
FINCASAL LLANOS 5% Y 7%
FINCASAL 6MM Y 8MM
PREGUNTE POR NUESTRA
LÍNEA UNIVERSAL



Para Ganado Tipo Leche:

FINCASAL SUPREMA
FINCASAL 10 CON SELENIO
FINCASAL 6 CON SELENIO
FINCASAL 8 CON SELENIO
FINCASAL HORRO



Producto respaldado por el sistema de calidad de FINCA S.A. - ISO 9002/94. Certificado por ICONTEC.

/// GENERACION DE EXCELENTES RESULTADOS ///

www.finca.com