

MONITOREO DE BAJO COSTO EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Pulido-Flores, G.¹, S. Monks¹, J. A. Gordillo-Martínez²

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

²Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
A. P. 1-69, C. P. 42001; Tel. (771)7172000 ext. 6658, Fax (771)7172112
<gpulido@uaeh.edu.mx>

Resumen

En los países en desarrollo, la necesidad de contar con un sistema de monitoreo para la detección de los cambios ecológicos es tan importante como en los países desarrollados, pero el uso de métodos sofisticados están fuera del alcance de muchos, al menos para los monitoreos de rutina. Varios estudios recientes de los endoparásitos de peces demostraron que los helmintos pueden ser bioindicadores de la calidad del agua mediante la biodiversidad, estructura de la comunidad y etapas del desarrollo de los helmintos de peces. Los resultados del uso de parásitos en la evaluación de la calidad del agua de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, se presentan como un método de económico que indica el tipo de evaluación química necesaria en la detección de contaminantes acuáticos. La estructura de la comunidad de los helmintos presenta evidencia de un alto nivel de disturbio como resultado del influjo de agua del Río Metztitlán/ Venados. Además, los resultados indican que la contaminación acuática de importancia en la región es de origen industrial y agroquímico y no por materia orgánica. Con base en estos resultados, se tomaron muestras de agua para su evaluación química para su evaluación metales pesados. El análisis químico preliminar del agua del Río Metztitlán comprobó contaminación con metales. Estos resultados apoyan la hipótesis generada por la evaluación de los parámetros ecológicos de los helmintos. El éxito de este estudio demuestra que el uso de los parámetros ecológicos y la estructura de la comunidad de los helmintos de peces son un método económico en el monitoreo ecológico.

Introducción

Existen diferentes técnicas para evaluar la calidad ambiental. Sin embargo, algunos de los métodos son caros. Recientemente, estudios de los parásitos de peces indican que los helmintos sirven como bioindicadores de la calidad de agua (Sures et al. 1999; Zimmermann et al. 1999), mediante el análisis de la biodiversidad, estructura de la comunidad y las etapas de desarrollo presentes (Bhuthimethee et al. 2002) y son útiles en el monitoreo de los ecosistemas. Su presencia o ausencia hace posible inferir la riqueza de vertebrados e invertebrados en un hábitat, mediante el conocimiento de sus ciclos biológicos. De igual manera, la ausencia o la presencia de los parásitos indican el estrés de un hospedero, lo que refleja las alteraciones ambientales (Brooks y McLennan 1991). La determinación de la helmintofauna de peces ha sido motivo de necesidad al nivel mundial. No obstante no se ha aprovechado en ciertas regiones. Los peces son susceptibles al ataque de numerosas especies de parásitos (Lamothe-Argumedo 1994). Wisnieski (1958) y Esch (1971) han señalado que la caracterización de un cuerpo de agua puede indicarse por los ciclos de vida de los parásitos; de modo que sí la mayor cantidad de especies

concluyen su ciclo en peces se trata de un sistema oligotrófico o si la mayoría concluyen su ciclo de vida en aves y mamíferos, usando a los peces como hospederos intermediarios, es un sistema eutrófico. El motivo de este estudio fue evaluar el uso de los helmintos como bioindicadores de la calidad de agua en Metztlán y establecer una base de datos para el monitoreo ambiental de la reserva.

Materiales y Métodos

Se realizaron 12 colectas de peces del Río Venados y la Laguna de Metztlán, Hidalgo, entre julio de 2002 y febrero del 2003. La caracterización de las infecciones se llevó a cabo de acuerdo con Bush *et al.* (1997). Las muestras de agua se procesaron por espectrofotometría de absorción atómica vía húmedas, bajo las normas de la Norma Oficial Mexicana (NOM 1996) para aguas.

Resultados

Se revisaron 366 peces, de 7 especies (Tabla 1): 3 especies nativas, 3 introducidas y 1 translocada. Cyprinidae y Cichlidae fueron las familias más representadas (con dos especies cada una). Se registraron 6 especies de helmintos (Tabla 2). La familia Diplostomidae presentó mayor número de especies (2). Cinco helmintos se presentaron en estadios de desarrollo inmaduros y únicamente *Bothriocephalus acheilognathi* se colectó como adulto (Gutiérrez-Cabrera *et al.* 2005; Monks *et al.* 2005). *Poeciliopsis gracilis* presentó mayor diversidad de parásitos con 5 de los 6 helmintos registrados; *Chirostoma jordani*, *Astyanax mexicanus* y *Herichthys* presentaron 3 especies cada uno; *Abramis brama* y *Cyprinus carpio* con 2 especies respectivamente; *Oreochromis niloticus* presentó 1 especie de helminto. Los análisis de agua evidencian niveles de contaminación superiores a los permitidos por la NOM (1996) (Tabla 3).

Tabla 1. Especies de peces muestreados en Laguna de Metztlán (P.E.= peces examinados; P.I.= peces infectados; I.P.= intensidad promedio; # P.= número de parásitos); los valores son acumulados para todas las especies de parásitos encontrados en cada especie de hospedero.

Especie de hospedero	Estatus	P.E.	P.I.	I.P.	# P.
Atherinidae					
<i>Chirostoma jordani</i> Woolman, 1894	Translocado	87	75	36.28	2721
Cichlidae					
<i>Herichthys labridens</i> (Pellegrin, 1903)	Nativo	47	20	24.15	483
<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758	Introducido	48	1	1	1
Cyprinidae					
<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	Introducido	10	21	15.75	63
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Introducido	46	1	5	5
Characidae					
<i>Astyanax mexicanus</i> (De Filippi, 1853)	Nativo	11	11	1.82	20
Poeciliidae					
<i>Poeciliopsis gracilis</i> Heckel, 1848	Nativo	64	38	6.53	248

Tabla 2. Especies de helmintos en peces de Laguna de Metztlán, Hidalgo, México.

Especie de helminto	Estatus	Estadio	Localización
Digenea			
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921)	Alogénico	Metacercaria	Musculatura
Diplostomidae gen. sp.	Alogénico	Metacercaria	Musculatura, mesenterio y cavidad corporal
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814)	Alogénico	Metacercaria	Boca
Cestoda			
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> (Yamaguti, 1934)	Autogénico	Adulto	Estomago, Intestino delgado y grueso
<i>Glossocercus</i> sp.	Alogénico	Metacestodo	Mesenterio
Nematoda			
<i>Contraecaecum</i> sp.	Alogénico	Larva	Mesenterio y cavidad corporal

Tabla 3. Concentración de 31 elementos en el agua de Río Venados, Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México, con comparación de las concentraciones permitidas (NOM 1996). Números en negritos indican valores por arriba de la NOM.

Elemento	Porcentaje en muestra	Agua potable	% de NOM	Agua de riego	% de NOM
Aluminio	0.095	0.02	475%	0.05	190%
Antimonio	0.0089	0.1	9%	0.09	10%
Arsénico	0.0267	0.05	53%	0.02	134%
Berilio	0.0033	0.00007	4714%	0.001	330%
Bismuto	0.0345				
Cadmio	0.0295	0.01	295%	0.01	295%
Calcio	23				
Cloro	0.9945			0.011	9041%
Cromo	0.015	0.05	30%	0.01	150%
Cobalto	0.0018				
Cobre	0.205	1	21%	1	21%
Floro	1.325				
Hierro	11.4	0.3	3800%	1	1140%
Plomo	0.044	0.05	88%	0.05	88%
Litio	0.28				
Magnesio	22				
Manganeso	0.1167	0.1	117%	0.1	117%
Mercurio	0.0066	0.001	660%	0.00001	66000%
Molibdeno	0.0498				
Níquel	0.0025	0.01	25%		
Paladio	0.0008				
Platino	0.0005				
Potasio	5.6				
Plata	0.0103	0.05	21%		
Sodio	13				
Telurio	0.0043				
Talio	0.0004	0.01	4%	0.01	4%
Estaño	0.0143				
Titanio	0.0324				
Vanadio	0.0921	0.05	184%	0.05	184%
Zinc	0.203	5	4%		

Discusión

Los peces nativos presentaron los valores más altos de riqueza de parásitos e infestación; *P. gracilis* presentó 5 de 6 especies de helmintos y una prevalencia de 42.19% para Diplostomidae gen. sp. Las especies de peces introducidos registraron bajas prevalencias: *O. niloticus* presentó 1 especie de helminto durante los 12 meses de muestreo. En *Cyprinus carpio*, se registró *B. acheilognathi* con prevalencia baja si se considera que en Asia, *Cyprinus carpio* es uno de los hospederos por excelencia de éste céstodo (Gutiérrez-Cabrera *et al.* 2005). Los altos valores de prevalencia en peces nativos en Metztlán indican que los parásitos introducidos están colonizando la ictiofauna nativa. Lo cual es preocupante si se considera el hallazgo de *Clinostomum complanatum*, que a pesar de presentar baja prevalencia (4.69%), en otras latitudes del mundo es un problema grave en pesquerías (Johnson 2000).

En este estudio, el índice de Jaccard señala la afinidad de especies desde el punto de vista de su fauna parásita. Las especies con el valor más alto de similitud (100%) fueron *A. brama* y *Cyprinus carpio*. El intervalo de similitud medio contiene 9 pares de especies y el intervalo de similitud bajo contiene 11 pares. Una mayor cantidad de casos con similitud media y baja esta relacionado con los hábitos alimenticios y el uso diferencial (espacial y temporal) del hábitat (Marcogliese y Cone 1997). La baja similitud entre *O. niloticus* y *Herichthys labridens*, ambos con hábitos alimenticios omnívoros, indica un desequilibrio en la estructura y distribución de la comunidad de los helmintos, que se expresa con la ausencia de helmintos. Con base en los criterios de Wisnieski (1958) y Esch (1971), y en función de que sólo el 17% de las especies de gusanos registradas explotan a los peces como hospederos definitivos, indica que Laguna de Metztlán esta en proceso de degradación y eventualmente en eutrofización. Con base en la ecología de comunidades de los parásitos de peces, deducimos que los niveles de contaminación acuática en la Reserva de Metztlán son elevados. Por lo cual, se inició el análisis de la calidad del agua obteniendo, en fase preliminar, datos que confirman esta hipótesis: la concentración de 9 metales en agua de riego y 7 en agua potable (Tabla 3) está por arriba de lo permitido por la NOM (1996).

Agradecimientos

A la Administración de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, al Sistema de Investigación "Ignacio Zaragoza" (SIZA-CONACYT-clave 20020803006) por el apoyo a SM y a los Fondos Mixtos (FOMIX-CONACYT-Hidalgo-clave 8695) por el apoyo a GPF.

Referencias

- Bhuthimethee, M., N.O. Dronen y W.H. Neill. 2002. Metazoan parasite community structure in bluegill (*Lepomis machrochirus*) as an indicator of the impact of urbanization on 2 streams in San Antonio, Texas. TWRI 2002 Special Report. Texas. 20 p.
- Brooks, D.R. y D. McLennan. 1991. Phylogeny, Ecology and Behavior: A Research Program in Comparative Biology. University of Chicago Press, Chicago Illinois. 434 p.
- Bush, A. O., Kevin D. Lafferty, Jeffrey M. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.

- Esch, G.W. 1971. Impact of ecological succession on parasitofauna in Centrarchids from Oligotrophic and Eutrophic ecosystems. *American Midland Naturalist* 86: 160-168.
- Gutiérrez-Cabrera, A. E., G. Pulido-Flores, S. Monks y J. C. Gaytán-Oyarzún. 2005. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en peces de Metztlán, Hidalgo, México. *Hidrobiológica* 15(2): (en prensa).
- Johnson, S.K. 2000. Fish Grubs in Freshwater Ponds and Lakes. Cooperative Extension Work in Agriculture and Home Economics. The Texas A&M University System and the United States Department of Agriculture cooperating. Texas. EUA. 8 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1994. Importancia de la helmintología en el desarrollo de la acuicultura. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología, UNAM* 65: 195-200.
- Marcogliese, D.J. y D.K. Cone. 1997. Food webs: a plea for parasites. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 320-325.
- Monks, S., V. R. Zárate-Ramírez, y G. Pulido-Flores. 2005. Helminths of Freshwater Fishes from the "Metztlán Canyon" Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology* 72(2): (en prensa).
- Norma Oficial Mexicana, NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Sures, B., R. Siddall, y H. Taraschewski. 1999. Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today* 15:16-21.
- Wisnieski, W.L. 1958. Characterization of the parasitofauna of a eutrophic lake. *Acta Parasitologica Poloneska* 6: 1-64.
- Zimmermann, S., B. Sures, y H. Taraschewski. 1999. Experimental studies on lead accumulation in the eel-specific endoparasites *Anguillicola crassus* (Nematoda) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala) as compared with their host, *Anguilla anguilla*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 37:190-195.

FINAL