

Peces indicadores de la calidad del agua registrados en los ríos Apatlaco y Amacuzac, Morelos, México.

Vázquez-Silva G*, Castro-Mejía G, Castro-Barrera T, Castro-Mejía J. y De Lara Andrade R.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Laboratorio de Producción de Alimento Vivo. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C. P. 04960. Tel. (55) 5483-7151

*gavaz@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Dada la importancia de la conservación del agua, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua mediante las comunidades de peces presentes en los ríos Apatlaco y Amacuzac en el Estado de Morelos, México. Se establecieron cinco puntos de muestreo: Tepeite, Temixco, Xochitepec y Tlatenchi en el Río Apatlaco y la estación Amacuzac en el Río Amacuzac. La caracterización de los sitios y la evaluación de los indicadores ambientales se realizaron conforme a los criterios establecidos por Comisión Nacional del Agua (2002). En los sitios de muestreo se registraron seis especies de peces distribuidas en tres familias: Cichlidae, Goodeidae y Poeciliidae. En las localidades de Tepeite y Temixco no se capturó ningún ejemplar. La estación Xochitepec registró la mayor riqueza con cuatro especies (*Poecilopsis gracilis*, *Poecilia sphenops*, *Xiphophorus helleri* y *Heterandria bimaculata*) tolerantes a la contaminación, en contraste con el sitio Tlatenchi donde fue menor con dos especies (*Poecilopsis gracilis* y *Poecilia sphenops*) denotando contaminación. En resumen, la presencia de la ictiofauna encontrada en los sitios Temixco, Xochitepec, Tlatenchi y Amacuzac, permite clasificarlos como ambientes contaminados.

Palabras clave: Ictiofauna. Bioindicadores. Contaminación.

INTRODUCCIÓN

Los recursos acuáticos de muchos lugares se han visto afectados por el rápido crecimiento de la población humana y sus actividades como la agricultura, la industrialización y la urbanización; en particular, las zonas urbanas descargan gran cantidad de desechos orgánicos a los ríos,

incrementando la contaminación y ejerciendo una influencia negativa sobre los ecosistemas acuáticos (Thorne y Williams 1997).

Los ecosistemas acuáticos contienen una gran diversidad de organismos y las interacciones entre ellos permiten mantener un equilibrio que se traduce en una biodiversidad particular que se encuentra influenciada por los factores químicos y físicos del medio (Laws 1981). Impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, en la función biológica de los sistemas acuáticos y en el organismo afectando su ciclo de vida, crecimiento y reproducción (Bartram y Ballance 1996, Raz-Guzmán 2000). Es así que los organismos acuáticos pueden presentar diferentes niveles de tolerancia a los factores bióticos y abióticos, cuya resistencia al paso del tiempo, les permite ser considerados como indicadores de contaminación (Whiton 1975). Estas perturbaciones incluyen la temperatura, pH elevado o reducido, condiciones de hipoxia y anoxia, los plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos y materia orgánica, entre las más frecuentes. Los grupos que son utilizados con mayor frecuencia como bioindicadores de contaminación son las bacterias, algas, invertebrados y peces (Chapman 1996, De la Lanza *et al.* 2000, Aguilar 2005).

El uso de peces como indicadores se basa en que éstos pueden llegar a acumular sustancias en los tejidos, denotando una baja supervivencia además de escasa tolerancia a vivir en medios muy contaminados (Lindroth 1949, Whiton 1975). Cuando se observa una gran diversidad y abundancia de peces en ríos, lagos y mares indican

Peces indicadores de la calidad de agua

Vázquez-Silva, G., Castro-Mejía, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J. y De Lara Andrade, R.

Recibido: 1 de Junio de 2011.

Aceptado: 1 de Septiembre de 2011.

Publicado: 1 de Noviembre de 2011.

que el ambiente es sano tanto para los peces como para las demás formas de vida en el agua (Aguilar 2005). Contrariamente una elevada mortandad o un porcentaje alto de peces enfermos podría ser causada directa o indirectamente por niveles considerables de contaminantes.

Algunas de las ventajas que presenta el uso de peces como indicadores es que los factores ambientales los perturban y estas afectaciones son fáciles de identificar ya que se manifiestan como anomalías físicas en el organismo (Huidobro 2000).

En México son pocos los estudios en donde se han utilizado organismos acuáticos para evaluar la calidad del agua en ríos o lagunas. Sin embargo, el uso de éstos para conocer el estado del agua ha ido en aumento y se le ha otorgado mayor importancia al ser una herramienta complementaria a las pruebas fisicoquímicas. Dada la importancia de la conservación del agua, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua mediante las comunidades de peces presentes en los ríos Apatlaco y Amacuzac en el Estado de Morelos.

Área de estudio

El estudio se llevó al cabo en los ríos Amacuzac y Apatlaco, que se localizan dentro de la Cuenca del Amacuzac en la región hidrológica No. 18. La cuenca está comprendida entre los paralelos 18° 00' y 19° 15' N y los meridianos 98° 30' y 100° 00' W (CNA 1999).

El estudio se realizó durante los meses de julio y octubre de 2002. Se establecieron cinco puntos de muestreo: Tepeite, Temixco, Xochitepec y Tlatenchi en el Río Apatlaco y la estación Amacuzac en el Río Amacuzac (Fig. 1).

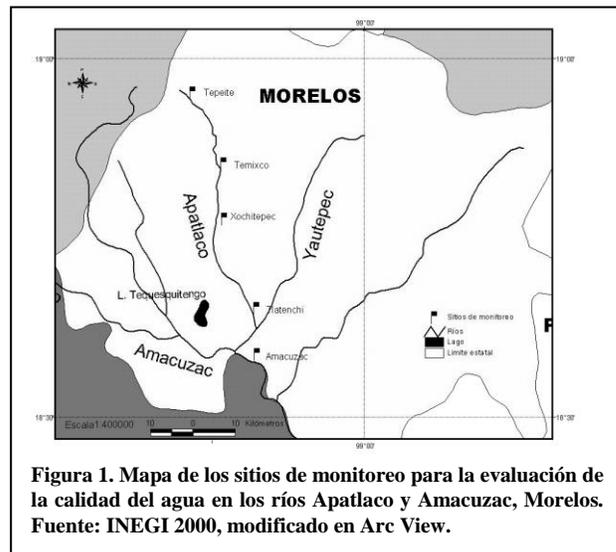
MATERIAL Y MÉTODOS

Captura de material biológico

La captura de peces se realizó recorriendo las orillas del cuerpo de agua mediante una red de cuchara, con luz de malla de 0.5 cm. Este tipo de red se eligió por tener alta selectividad en la captura de tallas pequeñas asociadas a las orillas.

Fijación y Conservación de peces

Todo el material biológico colectado se



limpió del sedimento y materia orgánica. Para su conservación y posterior identificación, los organismos se depositaron en envases con formol (10%) etiquetados previamente con: fecha, hora, estación, colectores, localidad, municipio y arte de pesca. Para su conservación definitiva los peces se vaciaron en una charola y se lavaron con agua corriente para quitar el exceso de formol; posteriormente se colocaron en envases de vidrio con alcohol al 70% para evitar su deshidratación (De la Lanza y Hernández 2003).

Identificación de los peces

La observación y la fotografía de los organismos se realizaron con un microscopio estereoscópico Olympus SZX12 provisto de cámara fotográfica digital. Todos los organismos capturados fueron fotografiados en el Laboratorio de Alimento Vivo de la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Xochimilco (UAM-X), para iniciar un acervo fotográfico de las especies encontradas en la zona.

La identificación de los peces se llevó al cabo en el Laboratorio de Ictiología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México con las claves taxonómicas de Álvarez (1970) y Meyer *et al.* (1985).

Análisis de datos

Para estimar la abundancia de las especies

de cada taxa, se tomó en cuenta el número de organismos presentes por cada especie encontrada (N) (Brower y Zar 1977). Además se registró la distribución temporal de los organismos, elaborando una tabla en la que se indica la presencia y abundancia por especie en cada muestreo (Fuentes y Gaspar 1981).

Caracterización del sitio de muestreo

La caracterización de los sitios de colecta se realizó mediante observaciones del entorno y la información fue resumida conforme a los criterios establecidos por CNA (2002).

Indicadores ambientales

La evaluación de la calidad del agua se complementó con ayuda de indicadores ambientales definidos por CNA (2002), dando solo dos posibles resultados en cada comparación para cada una de las variables: positivo, cuando el valor resumen no rebasa el valor criterio y negativo cuando éste sobrepasa al valor criterio.

Las variables consideradas se estimaron bajo Normas Oficiales Mexicanas: para coliformes fecales (NMX-AA-42-1987), para fosfatos (NMX-AA-029-201), para nitratos (NMX-AA-079-2001), para sólidos suspendidos totales (NMX-AA-034-2001), para conductividad específica (NMX-AA-093-2000), para oxígeno disuelto (NMX-AA-012-2001), para demanda bioquímica de oxígeno (NMX-AA-028-2001) y para nitrógeno amoniacal (NMX-AA-026-2001).

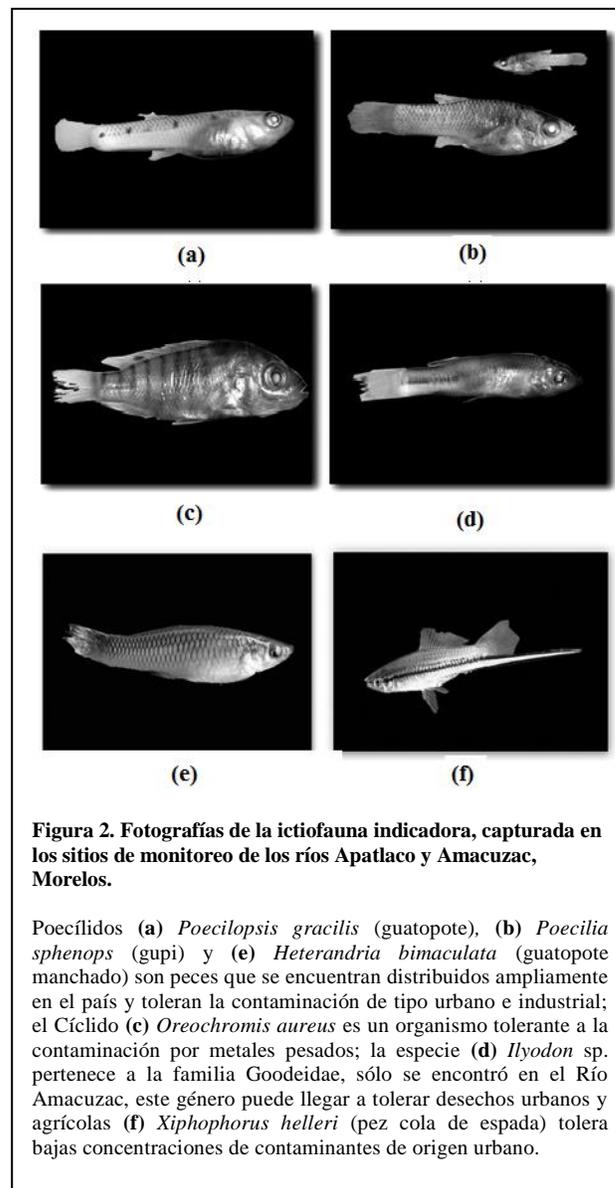
RESULTADOS

Ictiofauna

De las colectas realizadas en ambos muestreos se capturaron un total de seis especies pertenecientes a las familias, Cichlidae, Goodeidae y Poeciliidae siendo esta última la más frecuente (Tabla 1). Las especies registradas fueron: *Oreochromis aureus*, *Ilyodon* sp., *Poecilopsis gracilis*, *Poecilia sphenops*, *Heterandria bimaculata* y *Xiphophorus helleri* (Fig. 2).

En las estaciones Tepeite y Temixco no se registró la presencia de peces en ninguno de los

muestreos. Mientras que en Xochitepec se capturaron organismos de cuatro especies de la



familia Poeciliidae durante el mes de julio.

La estación Tlatenchi presentó dos especies de poecílidos, con una mayor abundancia en comparación con Xochitepec (Tabla 1). En el sitio Amacuzac se capturaron en mayor número ejemplares de dos especies de poecílidos y en menor cantidad de las familias Goodeidae y Cichlidae.

Tabla 1. Listado de peces y su abundancia por especie registrada en los sitios de monitoreo de los Ríos Apatlaco y Amacuzac, Morelos.

Orden	Familia	Especie	Julio					Octubre					Total
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
Cyprinodontiformes	Goodeidae	<i>Ilyodon</i> sp.	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
		<i>Heterandria bimaculata</i>	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	25
	Poeciliidae	<i>Poecilopsis gracilis</i>	-	-	28	-	204	-	-	-	181	111	524
		<i>Poecilia sphenops</i>	-	-	28	-	15	-	-	-	44	-	87
		<i>Xiphophorus helleri</i>	-	-	3	-	*	-	-	-	-	-	3
		<i>Oreochromis aureus</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	
Perciformes	Cichlidae	<i>aureus</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	
												646	

Caracterización del sitio de muestreo

En la Tabla 2 se encuentran registradas las observaciones del hábitat durante los meses de julio y octubre. En el sitio Tepeite se observaron menos alteraciones ambientales, como vegetación abundante en todos los estratos, siendo el arbóreo uno de los más predominantes, además la presencia de organismos acuáticos fue muy notoria a simple vista (larvas de insectos y huevos de anfibios). Los sitios Temixco y Tlatenchi fueron similares en cuanto a la presencia de asentamientos y actividades humanas, descargas de agua residual directa, mal olor generado por el agua, formación de burbujas así como la presencia de fauna asociada a la urbanización (gatos, ratas y perros). El sitio Temixco presentó vegetación riparia y sin flora acuática, mientras que Tlatenchi fue de manera inversa. Xochitepec registró abundantes pastos que incluso se llegaban a sumergir en los márgenes del río, los asentamientos humanos fueron más escasos que en las estaciones antes mencionadas. El sitio Amacuzac presentó vegetación abundante y es importante mencionar que en él confluyen los ríos Apatlaco, Yautepec y Cuautla, por lo que la corriente fue mayor que en los demás sitios (Tabla 2), provocando el arrastre de desechos sólidos en ambos márgenes.

Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales de los sitios de muestreo se presentan en la Tabla 3. De los cinco

sitios de muestreo sólo Tepeite no se encuentra impactado por coliformes fecales ni con tendencia a la eutroficación, mientras que Tlatenchi y Amacuzac muestran presencia de sólidos. El sitio Tlatenchi fue el único que registró la presencia de aguas residuales.

DISCUSIÓN

El sitio Tepeite es el más cercano al nacimiento del Río Apatlaco por lo que presenta características oligotróficas y por lo somero de sus aguas no permite el establecimiento de poblaciones de peces en la temporada de lluvias (julio-octubre), lo cual se corrobora con el criterio establecido por CNA (1997), que indica que la ausencia de peces también está ligada al agua no contaminada.

En relación a la estación Temixco, ésta se encuentra muy cercana a la Ciudad de Cuernavaca donde se reciben descargas de aguas residuales urbanas con fuerte impacto de coliformes fecales y aunado a la alta temperatura registrada en el agua, que fue mayor que en los otros sitios de muestreo, propició la presencia de macroinvertebrados asociados a la contaminación del agua y la ausencia de la ictiofauna y de la vegetación sumergida (Vázquez 2003, Vázquez *et al.* 2006).

En las estaciones Xochitepec, Tlatenchi y Amacuzac se registraron condiciones de contaminación de acuerdo a los indicadores ambientales, también se encontró la presencia de vegetación sumergida y de peces. Las poblaciones

de peces mostraron distintos valores de riqueza y abundancia. Es importante señalar que las especies colectadas se encuentran categorizadas como indicadores biológicos de la calidad del agua según

Huidobro (2000), observándose tallas pequeñas y presencia de dimorfismo sexual que denotan el estado adulto (Meyer *et al.* 1985, Santillán 1996).

Tabla 2. Caracterización del hábitat de los sitios de muestreo en los ríos Apatlaco y Amacuzac, Morelos donde se realizó la captura de peces.

Estación	Tepeite	Temixco	Xochitepec	Tlatenchi	Amacuzac
Coordenadas	18° 58' 32" Lat N 99° 16' 48" Long O	19° 51' 20" Lat N 99° 13' 23" Long O	18° 46' 56" Lat N 99° 14' 11" Long O	18° 26' 28" Lat N 99° 10' 81" Long O	17° 01' 07" Lat N 99° 00'01" Long O
Río	Apatlaco	Apatlaco	Apatlaco	Apatlaco	Amacuzac
Acceso	Colonia Santa María, nacimiento del Río Apatlaco	Cuernavaca-Alpuyeca. Salida Burgos Km 98. fracc. Temixco	Carretera federal México-Acapulco, tramo Temixco-Alpuyeca	Carretera federal Jojutla-Higuerón, localidad Tlatenchi	Autopista México-Acapulco, tramo Alpuyeca-Chilpancingo, entrada Las Huertas 25°C
Temperatura	20°C	29°C	23.5 °C	26 °C	
Clima	Húmedo-templado	Cálido-húmedo	Cálido-húmedo	Cálido-húmedo	Cálido-húmedo
Vegetación	Arbórea, arbustiva, herbácea	Arbórea	Arbórea, arbustiva, herbácea	Arbórea herbácea	Arbórea, arbustiva, herbácea
Vegetación dominante	Arbórea	Arbórea (Ahuehuetes)	Arbustiva	Herbácea	Arbórea
Márgenes	Cubiertas	Descubiertas	Parcialmente cubiertas	Parcialmente cubiertas	Cubiertas
Pendientes	120 - 125°	120 - 125°	120 - 125°	120 - 125°	120 - 125°
Sustrato	Rocoso, cantos rodados	Arcilloso-Limoso	Cantos rodados	Arcilloso-Limoso	Rocoso, cantos rodados
Fauna presente	Anfibios, insectos, aves	Insectos	aves acuáticas, insectos, peces	Insectos, peces	Peces, insectos, aves
Fauna nociva	Ninguna	Perros, gatos y ratas	Perros y ganado	Perros, gatos y ratas	Ganado
Ancho	6 m	15 m	20 m	20 m	30m
Tirante	0.30 - 0.5 m	1.0 - 1.5 m	1.0 - 1.5 m	1.0 - 1.5 m	1.5 - 2.0
Corriente	Rápidos clase 1	Rápidos clase 1	Rápidos clase 1	Rápidos clase 1	Rápidos clase 2
Contaminación del agua	Ninguna	Color café-verdoso, basura, espuma, aceites, olor a aguas residuales, descargas, burbujas	Color café, basura, espuma, aceites, olor a aguas residuales, descargas, burbujas	Color café, basura, espuma, aceites, olor a aguas residuales, descargas, burbujas	Color café, basura
Actividades humanas	Acuicultura (Trucha). Escasos asentamientos humanos	Zona urbanizada	Zona medio urbanizada. Agricultura	Zona urbanizada	Agricultura y ganadería. Escasos asentamientos humanos

Peces indicadores de la calidad de agua

Vázquez-Silva, G., Castro-Mejía, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J. y De Lara Andrade, R.

Recibido: 1 de Junio de 2011.

Aceptado: 1 de Septiembre de 2011.

Publicado: 1 de Noviembre de 2011.

Cabe mencionar que las especies *H. bimaculata*, *P. gracilis*, *P. sphenops* y *O. aureus* son tolerantes a la contaminación de tipo urbana e industrial, es por eso que se les encontró en mayor abundancia, a

diferencia de *X. helleri*, que tolera ligeras concentraciones de contaminación de origen urbano (Huidobro 2000). En la estación Amacuzac se registra la presencia del género *Ilyodon* sp que

Tabla 3. Indicadores ambientales de los sitios de muestreo en los ríos Apatlaco y Amacuzac, Morelos donde se realizó la captura de peces.

Estación	Tepeite	Temixco	Xochitepec	Tlatenchi	Amacuzac
INDICADOR DE COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)					
Variable	CF	CF	CF	CF	CF
Valor criterio	200-1000	200-1000	200-1000	200-1000	200-1000
Valor resumen	100	198000	56000	1406300	54500
Resultado	+	-	-	-	-
Calificación	No hay impacto	Fuerte impacto	Fuerte impacto	Fuerte impacto	Fuerte impacto
INDICADOR DE EUTROFICACIÓN (mg/L)					
Variable	PO ₄ ⁻³	PO ₄ ⁻³	PO ₄ ⁻³	PO ₄ ⁻³	PO ₄ ⁻³
Valor criterio	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Valor resumen	0.10	0.46	1.24	1.26	0.38
Resultado	+	-	-	-	-
Variable	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻
Valor criterio	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Valor resumen	0.23	1.92	1.42	0.70	0.92
Resultado	+	+	+	+	+
Resultado ambas	(++)	(-+)	(-+)	(-+)	(-+)
Calificación	Sin tendencia	Con tendencia	Con tendencia	Con tendencia	Con tendencia
INDICADOR DE ARRASTRE DE SÓLIDOS (CE: mS/cm; SST: mg/L)					
Variable	CE	CE	CE	CE	CE
Valor criterio	1000	1000	1000	1000	1000
Valor resumen	83.4	252.3	421.0	1033.6	782.2
Resultado	+	+	+	-	-
Variable	SST	SST	SST	SST	SST
Valor criterio	500	500	500	500	500
Valor resumen	12	28	24	146	137
Resultado	+	+	+	+	+
Resultado ambas	(++)	(++)	(++)	(-+)	(-+)
Calificación	Presencia de sólidos controlada	Presencia de sólidos controlada	Presencia de sólidos controlada	Presencia de sólidos	Presencia de sólidos
INDICADOR DE PRESENCIA DE AGUAS RESIDUALES (mg/L)					
Variable	DBO ₅	DBO ₅	DBO ₅	DBO ₅	DBO ₅
Valor criterio	10	10	10	10	10
Valor resumen	1.05	7.8	8.37	216	4.75
Resultado	+	+	+	-	+
Variable	OD	OD	OD	OD	OD
Valor criterio	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Valor resumen	7.37	6.67	5.53	2.04	5.05
Resultado	+	+	+	-	+
Variable	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺
Valor criterio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Valor resumen	0.05	0.26	0.23	0.05	0.05
Resultado	+	+	+	+	+
Resultados tres	(+++)	(+++)	(+++)	(--)	(+++)
Calificación	Sin presencia	Sin presencia	Sin presencia	Clara presencia	Sin presencia

Peces indicadores de la calidad de agua

Vázquez-Silva, G., Castro-Mejía, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J. y De Lara Andrade, R.

Recibido: 1 de Junio de 2011.

Aceptado: 1 de Septiembre de 2011.

Publicado: 1 de Noviembre de 2011.

puede llegar a tolerar desechos urbanos, agrícolas y ganaderos que son el resultado de las actividades que se realizan en la zona.

En resumen, la presencia de la ictiofauna encontrada en los sitios Temixco, Xochitepec, Tlatenchi y Amacuzac, permite clasificarlos como ambientes contaminados.

NOTA

Los ejemplares de las especies capturadas se depositaron en la Colección Nacional de Peces Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM-P) con los siguientes números de catálogo: 12725 *Poecilopsis gracilis* (Río Apatlaco), 12728 *Poecilopsis gracilis* (Río Amacuzac), 12726 *Poecilia sphenops* (Río Apatlaco), 12729 *Poecilia sphenops* (Río Amacuzac), 12727 *Oreochromis aureus* (Río Amacuzac).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar IA. 2005. Estimación y monitoreo de los peces como indicadores del uso sostenible del agua en cuencas hidrológicas. Revista Digital Universitaria. Vol. 6, No. 8. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art78/int78.htm>
- Álvarez del VJ. 1970. Peces mexicanos (claves). Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 165 p.
- Bartram J y R Ballance. 1996. Water Quality Monitoring: A practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. Chapman & Hill. Londres. 383 p.
- Brower JE y J Zar. 1977. Field and laboratory methods for general Ecology. W. M. C. Brown Company Publisher. Iowa. 486 p.
- Chapman D. 1996. Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman & Hill. Londres. 626 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1997. Calibración de la Red Primaria de Monitoreo de la Calidad del Agua: Manual del Calibrador. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua-Red Nacional de Monitoreo. México. 222 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1999. Diagnóstico de Saneamiento de la Región Balsas. Gerencia Regional Balsas. México. 73 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Indicadores Ambientales de la Calidad del Agua: Coliformes fecales, Arrastre de sólidos, Tendencia a la eutroficación, Presencia de Aguas Residuales. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. México. 39 p.
- De la Lanza E G, Hernández PS y PJJ Carbajal. 2000. Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México. 633 p.
- De la Lanza EG y PS Hernández. 2003. Manual para la colecta, el manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua. AGT Editor. México. 223 p.
- Fuentes MP y MT Gaspar. 1981. Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna de la desembocadura del río Balsas, Michoacán-Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 192 p.
- Huidobro CL. 2000. Peces. p. 195-263. En: Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores). De la Lanza E G, Hernández PS y PJJ Carbajal. (Eds). Plaza y Valdés. México. 633 p.
- INEGI. 2000. Marco Geoestadístico. Superficie de la República Mexicana por Estados. INEGI. México.
- Laws AE. 1981. Aquatic Pollution. Wiley Interscience Publication. E.U.A. 482 p.
- Lindroth A. 1949. Vitality of Salmon Parr at low oxygen pressure. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning. 29:49-50.
- Meyer KM, Wischnath L y F Wolfgang. 1985. Lebendgebärende Zierfische Arten de Welt. Mergus. Hong Kong. 496 p.
- NMX-AA-42-1987. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SCFI). 1987. Norma Mexicana de Calidad de Agua: Determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva. Dirección General de Normas.
- NMX-AA-093-SCFI-2000. Secretaría de Economía. 2000. Norma Mexicana de Calidad del Agua: Análisis de-agua-determinación de la conductividad electrolítica - método de prueba (cancela a la NMX-AA-093-1984). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-012-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de Calidad del Agua: Análisis de agua-determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la NMX-AA-012-1980). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-026-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de Calidad del Agua: Análisis de agua-determinación de nitrógeno total kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-

- método de prueba (cancela a la NMX-AA-026-1980). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-028-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de Calidad del Agua: Análisis de agua-determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO₅) y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la NMX-AA-028-1981). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-029-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de Calidad del Agua: Análisis de agua-determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas -método de prueba (cancela a la NMX-AA-029-1981). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-034-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de Calidad del Agua: análisis de agua-determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a las NMX-AA-020-1980 y NMX-AA-034-1981). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-079-SCFI-2001. Secretaría de Economía. 2001. Norma Mexicana de la Calidad de Agua: Análisis de aguas-determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas-Método de Prueba (cancela a la NMX-AA-079-1986). Dirección General de Normas.
- Raz-Guzmán MA. 2000. Moluscos. p. 265-307. En: Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores). De la Lanza EG., Hernández PS y P JL Carbajal. (Eds). Plaza y Valdés. México. 633 p.
- Santillán S. 1996. Ictiofauna de la Reserva integral de la Biosfera "Montes Azules" Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 164 p.
- Thorne R y P Williams. 1997. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology* 37(3): 671-686.
- Vázquez SG. 2003. Bioindicadores de la calidad del agua en los Ríos Apatlaco y Amacuzac del Estado de Morelos, México. Informe de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 87 p.
- Vázquez SG, Pérez RR, Castro MG, González MI y V Velázquez. 2006. Macroinvertebrados béticos bioindicadores de calidad del agua en los Ríos Apatlaco y Amacuzac en Morelos, México. *Sociedad Mexicana Historia Natural 3ª época* 3(1) (En Prensa).
- Whiton AB. 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 725 p.
- Winberg GG. 1956. The rate of metabolism and food requirements of fishes. Belorussian University, Minsk. In Russian (English translation: Fisheries Research Board of Canada Translation Series). 194 p.