
Monitoreo de la calidad del agua del río Tecolutla desde Coyutla hasta Gutierrez Zamora, Veracruz

M. L. Arriaga-Gaona*, L. Hernández-Limón, F. Sandoval-Reyes, J. Vera-Lara, E. Vargas-Moreno, L. García-Rojas

Facultad Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, sección Poza Rica, Venustiano Carranza s/n, Col. Revolución, Poza Rica, Ver. México.

Monitoring the water quality of Tecolutla River from Coyutla to Gutierrez Zamora, Veracruz

Abstract

The requirements of the different society sectors in quantity, quality, time and space for generate economic improvement and public, are a stipulate every time huge itself. That's the reason infinitive take great care in this precious liquid and preservation of the quality is essential. Given that in Veracruz count with high potential hydrologic, must have recent information of same one. In the north zone count with hydrologic system number 3 is composed of the Cazonas, Tecolutla and Tuxpan Rivers. The objective from this investigation was determination of water quality index during six months; it begins in September 2007 until February 2008. The selection of analysis points in agreement position of principal's places human's activities, due to its effects polluters, with purpose to all places of analysis were same, was use a device GPS (global position system). The monitory and determination of coliforms totals and fecal coliforms was realized once a month with device Millipore of hach according with NMX-AA-102-SCFI-2006. The results get in this period, are show them excess standards according to NOM-001-SEMARNAT-1996, and besides that the water's microbiological quality demonstrate what it is influence by the flow of wastewater from domestic activities, fostering a quality index that goes from bad to regulate.

Key words: water quality index, Monitoring.

Resumen

Los requerimientos de agua de los distintos sectores de la sociedad en cantidad y calidad, en tiempo y espacio para propiciar el desarrollo económico y social, es una demanda cada vez mayor por parte de la misma. Es por ello que el cuidado de éste preciado líquido y la preservación de la calidad del mismo resulta indispensable. Dado que el estado de Veracruz cuenta con un gran potencial hidrológico, es necesario tener información actualizada del estado de sus cuencas. En la zona norte del estado contamos con la cuenca número 3, compuesta por los ríos Tuxpan, Cazonas y Tecolutla. El objetivo de éste trabajo fue determinar el índice calidad del agua durante un periodo de 6 meses a partir del mes de Septiembre del 2007 hasta Febrero del 2008. La selección de los puntos de muestreo obedeció a la ubicación de los principales sitios de actividad antropogénica, debido a su posible función de proveedores de especies contaminantes y con la finalidad de que éstos siempre fueran los mismos, se ubicaron con un GPS (Sistema de Posicionamiento Global). El Monitoreo se realizó una vez al mes. Las determinaciones de coliformes totales y fecales se realizaron en un equipo Millipore de Hach de acuerdo a la norma NMX-AA-102-SCFI-2006. Los resultados obtenidos en el periodo de monitoreo, exceden los límites de coliformes totales y fecales de acuerdo a la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, lo que implica que la contaminación antropogénica es la de mayor impacto en este cuerpo de agua, favoreciendo un índice de calidad que va de regular a mala.

Palabras clave: Índice de calidad del agua (ICA), Monitoreo.

* Autor de correspondencia
E-mail: larriaga@uv.mx

Introducción

Desde los orígenes de la civilización, los seres humanos se han emplazado en las proximidades de las corrientes fluviales, porque ello les garantiza el rápido abastecimiento del agua necesaria para satisfacer sus requerimientos básicos (Oyarzún, 2004). El acelerado crecimiento demográfico de la población mundial y el desarrollo industrial creciente (minería, agronomía, electricidad, etc.) han sido los factores desencadenantes de alteraciones del medio ambiente, siendo uno de los más afectados el acuático, debido a que los desechos vertidos alteran las características propias del vital elemento y muchas veces las concentraciones vertidas superan la capacidad de autodepuración de los sistemas (Faña, 2000).

El agua está tan íntimamente ligada a los procesos funcionales del ecosistema, que su uso y manejo conlleva, forzosamente, a ver el ecosistema en su conjunto como el objeto de explotación y conservación; la severa transformación y deterioro de los ambientes, evidencian una falta de esta concepción eco sistémica en los esquemas de uso y conservación del agua, lo que exacerba a diario los serios problemas de escasez y contaminación del recurso. Los ecosistemas de los ríos (fluviales) pueden considerarse entre los más importantes de la naturaleza y su existencia depende totalmente del régimen de los mismos. Por lo tanto, se debe tener gran cuidado para no alterar este régimen al actuar sobre el río y su cuenca, ya que una gestión poco responsable de los recursos del agua o su sobreexplotación pueden tener efectos desastrosos para el ecosistema de la ribera (G.I.C.O., 2004; Ambroggi, 2000)

Por lo tanto el aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar o determinar en el laboratorio parámetros físicoquímicos y biológicos de los cuerpos de agua.

El proceso para cuantificar dichos parámetros, incluye el uso del monitoreo como principal herramienta para definir la condición del recurso. El monitoreo por su parte, abarca periodos de muestreo largos, mediciones estandarizadas, colección de información en un número

determinado de localizaciones (estaciones) a intervalos de tiempo regulares; con el fin de proveer datos que puedan ser usados para recabar información y definir las condiciones actualizadas del sistema, establecer tendencias y proporcionar igualmente información para verificar las relaciones causa-efecto (Arce *et al.*, 2004). Con el fin de facilitar la interpretación de los datos físicos, químicos y biológicos, se recurre al índice de calidad del agua (ICA), el cual aporta la información requerida para plantear las acciones pertinentes del caso.

El río Tecolutla pertenece a la cuenca No. 3 y en los últimos 100 km de la cuenca, atraviesa por varios municipios; Coyutla, Espinal, Papantla, y Gutiérrez Zamora, desembocando en Tecolutla, 3 de éstas cabeceras municipales y algunas comunidades importantes se encuentran a orillas de este cuerpo de agua y todos los desechos urbanos se depositan en él.

Debido a la necesidad de contar con una base de datos del impacto que sobre el río, tienen las poblaciones ribereñas es que se diseñó este trabajo cuyo objetivo es determinar el índice de calidad del agua (ICA), desde el municipio de Coyutla hasta Gutiérrez Zamora, Ver. durante 6 meses, logrando con esta investigación una importante base de datos que permita a las autoridades correspondiente el análisis de la problemática y su posible solución.

Material y método

La cuenca del río Tecolutla se forma en las inmediaciones de los estados de Veracruz y Puebla con una extensión de 7 950.05 km², el polígono presenta una Latitud 20°28'48"-19°27'36" N, Longitud 98°14'24"-96°57'00" W. La cuenca está rodeada por las sierras de Huachinango al este y Zacapoaxtla al sur; con suelos pobres, poco profundos con pendientes pronunciadas tipo Regosol, Luvisol, Feozem, Vertisol y Cambisol. (Ambroggi, 2000)

La biodiversidad en la cuenca alta está enmarcada por varios tipos de bosques de pino, de encino, de pino-encino y bosque mesófilo de montaña y en la cuenca baja selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar. La fauna de la zona costera de Veracruz es muy diversa y sirve

como un verdadero corredor ecológico entre las provincias faunísticas neártica y neotropical, adquiriendo entonces una riqueza combinada con elementos propios y colonizadores.

El clima a lo largo de la cuenca es templado húmedo, cálido húmedo y subhúmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año. La temperatura media anual es de 14-26 °C. La precipitación anual va de 1 200--hasta más de 4 000 mm (IE, 2000; Debels *et al.*, 2005).

Se visitó la zona del río para determinar los puntos de muestreo en base a las descargas más significativas y con la finalidad de que éstos siempre fueran los mismos se ubicaron con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), determinándose 4 puntos de monitoreo; la descarga del río Coyutla, la descarga de la planta de tratamiento de agua residual de la cabecera municipal del Espinal, y en base a que la distancia entre éste punto y Gutiérrez Zamora es aproximadamente de 80 km, se escogió un punto intermedio (Comunidad de Barriles), que no tiene descargas directas, pero sí desembocan en el trayecto varios arroyos tributarios que atraviesan comunidades del municipio de Papantla y finalmente antes y después de las descargas de la cabecera municipal de Gutiérrez Zamora, Ver.

El monitoreo se realizó una vez al mes, practicándoles los estudios fisicoquímicos y bacteriológicos a las muestras.

El análisis de las muestras se llevó a cabo con el espectrofotómetro DR/2010(HACH), para los parámetros siguientes: Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Fosfatos, Nitratos, DBO5. Los sólidos totales se cuantificaron gravimétricamente de acuerdo a las técnicas establecidas en la NMX-AA-034-SCFI-2001 y NMX-AA-04-SCFI-2001 (IE, 2000; SEMARNAT, 1996).

Los coliformes totales y fecales se llevaron a cabo por el método de filtración en membrana (47mm Ø) con el equipo MILLIPORE, de acuerdo a lo establecido en la NMX-AA-102-SCFI-2006, en campo se analizó la temperatura y pH se llevó a cabo con el EC10 (pH meter) de HACH (SCFI, 2006; Tomasini, 2004).

El Índice de Calidad del agua (ICA) se determinó por el método de Brown versión modificada del "WQI" de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF) (Debels *et al.*, 2005), con la fórmula.

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Utilizando los resultados fisicoquímicos mensuales para calcular mediante la fórmula los subíndices y los pesos específicos con los valores de la tabla 1 y finalmente interpolando en las curvas respectivas para obtener el valor ICA y por tanto la calidad del cuerpo de agua.

Resultados y discusión

El monitoreo se inició en el mes de septiembre y concluyó en el mes de marzo, realizando la toma de muestras por la mañana (entre 9 y 11 a.m.) en todos los puntos, determinándose 9 parámetros fisicoquímicos. Los resultados fisicoquímicos, con los cuales se calcularon los valores del ICA que se muestran en tablas 1, 2 y 3 junto a los gráficos de cada lugar de muestreo.

Con los resultados de los parámetros fisicoquímicos se calcularon los índices de calidad del agua en este punto de muestreo como se observa en la tabla 4.

De acuerdo a los índices calculados la calidad del agua durante el periodo de monitoreo es REGULAR (de acuerdo al rango de Brown 51-70) con pequeñas fluctuaciones sin embargo el parámetro detonante son los coliformes totales, como puede apreciarse en el figura 1.

Existe un incremento de coliformes durante la descarga, la cual disminuye al irse diluyendo, esto hace evidente el impacto de ésta sobre el cuerpo de agua del río, durante todos los meses del monitoreo se observó que el volumen de agua del río es variable, porque depende del volumen de lluvias de la parte alta de la cuenca y del uso de la misma por las diferentes presas, éste se convierte en un factor muy importante ya que influye de manera directa sobre la dilución de los contaminantes.

Durante el mes de septiembre y octubre el río tuvo un volumen muy alto de agua debido a un huracán y en octubre a un frente frío, por lo que se diluyeron los contaminantes, sin embargo la escasa lluvia de Noviembre y Diciembre favoreció que el nivel de contaminación se mantuviera alta como se observa en la tabla 5 repercutiendo en los valores del ICA (Tabla 4).

A pesar de que la cabecera municipal del Espinal tiene una planta de tratamiento de aguas y no tiene descargas directas solamente escorrentías, el

Tabla 1. Pesos Relativos (w_i).

I	Parámetro	W_i
1	PH	0.12
2	Temperatura	0.10
3	Turbidez	0.08
4	OD	0.17
5	DBO ₅	0.10
6	Fosfatos	0.10
7	Nitratos	0.10
8	SólidosTotales	0.08
9	Coliformes	0.15

Fuente; National Sanitation Fundation (NSF), 2006.

Tabla 2. Clasificación del ICA(Brown).

Calidad	Color	Rango
Excelente	Azul	91-100
Buena	Verde	71-90
Regular	Amarillo	51-70
Mala	Naranja	26-50
Pésima	Gris	0 – 25

Fuente; National Sanitation Fundation (NSF), 2006

Tabla 3. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de Coyutla.

Parámetro	Unidades	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
pH		7.68	7.5	7.4	7.48	7.1	7.3	7.4
Temp	⁰ C	22	24	25	18	18.4	19.3	25
Turbidez	FAU	148.78	143.91	100	107.37	100.13	95.51	85.98
Od	mg l ⁻¹	8.8	8.46	8	9	9.4	9.2	8
DBO ₅	mg l ⁻¹	21	39	23.6	41	60	62.3	73.6
Fosfatos	mg l ⁻¹	0.33	0.38	0.89	1.01	1.25	1.45	1.31
Nitratos	mg l ⁻¹	7.5	8.3	11.5	12.31	12.36	13.11	23.51
Coliformes totales	UFC	38000	36667	10667	130000	96667	160000	156667
Solidos totales	mg/L	150.60	170.11	112.38	120.53	99.38	113.70	95.67

Tabla 4. Índices de la calidad del agua mensual de Coyutla.

Mes	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
ICA	58.45	56.96	53.29	52.82	54.09	53.13	51.12

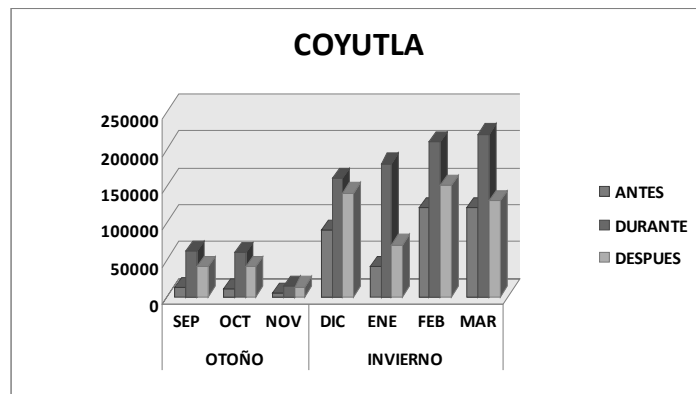


Figura 1. Monitoreo del impacto de la descarga del arroyo Coyutla sobre el río Tecolutla.

impacto sobre el río es considerable como se aprecia en el figura 2.

La distancia entre El Espinal y el punto de monitoreo de Barriles es de aproximadamente 50 km, por lo que se supuso que la auto depuración sería total además, no existen descargas puntuales cercanas, por lo que solamente se realizó una sola toma, sin embargo se encontró que el ICA es REGULAR (rango 51-70) como se observa en la tabla 6.

Nuevamente se observó que el parámetro impactante sobre la calidad del agua en este punto de muestreo son los coliformes totales (Figura 3).

Buscando una razón para estos resultados, dado que no existen poblaciones ribereñas en este punto se

encontró que a una distancia de 5 y 10 km aproximadamente antes del punto de muestreo desembocan arroyos tributarios que atraviesan por varias comunidades pequeñas del municipio de Papantla y cuyas descargas están vertidas al río.

El último punto de monitoreo se implemento en la cabecera municipal de Gutiérrez Zamora cuya ciudad se encuentra en la ribera del río, encontrándose que tiene 132 descargas directas a lo largo de toda la ribera, el primer punto se estableció antes de la primer gran descarga, el segundo se realizó a un kilómetro de ese punto y el último un kilómetro después donde empieza a incrementarse la salinidad, los resultados fisicoquímicos se muestran en la tabla 7.

Tabla 5. Resultados de los parámetros fisicoquímicos del Espinal.

Parámetro	Unidades	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
pH		7.9	7.8	7.9	8	7.77	8	7.6
Temp	°C	20	24.3	24	19	18.6	19.8	25.5
Turbidez	FAU	152.73	148.39	110.8	99.58	108.19	97.89	83.13
OD	mg l ⁻¹	8.5	8.2	8.2	9.2	9.3	9	8.3
DBO ₅	mg l ⁻¹	14	42	32	43	73	60.7	76
Fosfatos	mg l ⁻¹	0.8	0.9	1.87	1.1	1.7	1.4	1.67
Nitratos	mg l ⁻¹	8.1	8.78	13.73	15.07	15.33	11.36	25.78
Coliformes totales	UFC	38000	83333	120000	57000	96667	80333	270000
Solidos totales	mg/L	155.50	169.67	113.90	125.68	118.14	99.17	70.55

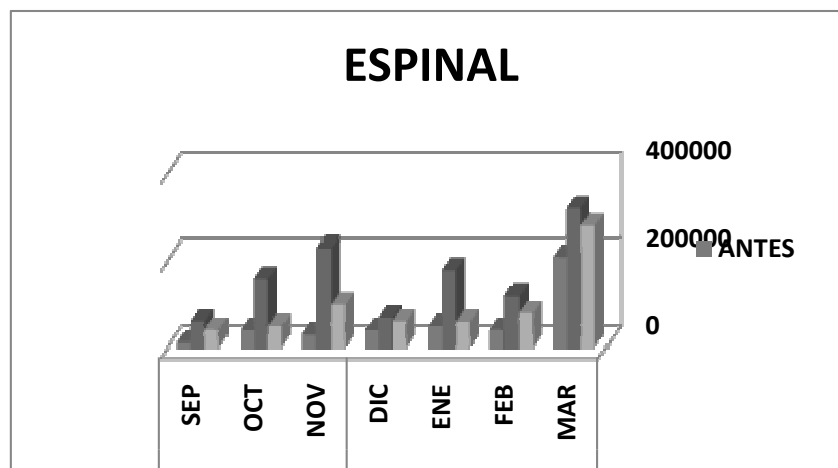


Figura 2. Monitoreo del impacto de coliformes totales de la descarga de la plantade tratamiento de aguas residuales de El Espinal sobre el río Tecolutla.

Tabla 6. Índices de la calidad del agua mensual del Espinal

Mes	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
ICA	55.17	51.92	40.64	43.32	51.30	51.94	50.68

En este punto definitivamente el parámetro detonador de la Mala calidad del agua son los coliformes ya que las descargas se encuentran a

todo lo largo de la ribera como se observa en el figura 4.

En el figura 5 se presentan en forma global el índice

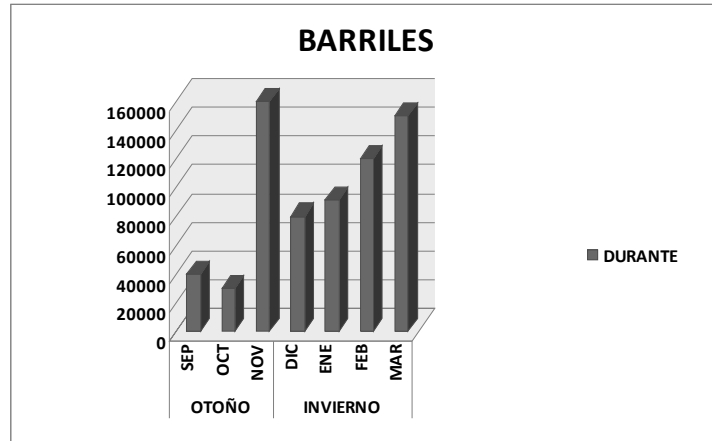


Figura 3. Monitoreo del impacto de coliformes totales sobre el río Tecolutla en el punto Barriles.

Tabla 7. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de Gutiérrez Zamora.

Parámetro	Unidades	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
pH		8.2	8.1	8.05	8.1	8	7.9	7.95
Temp	°C	21	24	23.5	19.5	19	20	26
Turbidez	FAU	155.79	157.13	118.13	99.79	100	101.72	90.10
OD	mg l ⁻¹	9.1	9	8.45	9.35	9.1	9.4	8
DBO ₅	mg l ⁻¹	25	43	36	48	65	53	66
Fosfatos	mg l ⁻¹	0.5	0.76	1.95	1.5	2.1	1.4	1.15
Nitratos	mg l ⁻¹	12.11	10.33	13.5	17.8	20.9	18.5	27.37
Coliformes totales	UFC	2.3x10 ⁶	1.7x10 ⁷	3.5x10 ⁷	1.2x10 ⁷	1.3x10 ⁸	5.9x10 ⁶	4x10 ⁷
Solidos totales	mg l ⁻¹	163.15	188.12	115.55	140.12	100.71	132.51	95.51

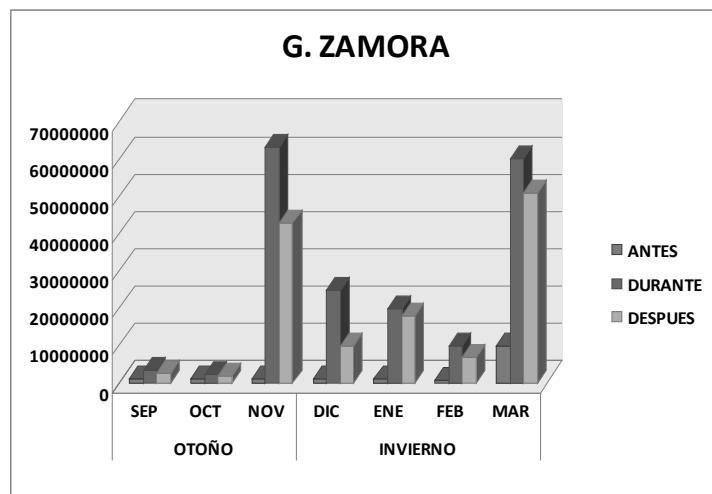


Figura 4. Monitoreo del impacto de las descargas de la ciudad de Gutiérrez Zamora sobre el río Tecolutla.

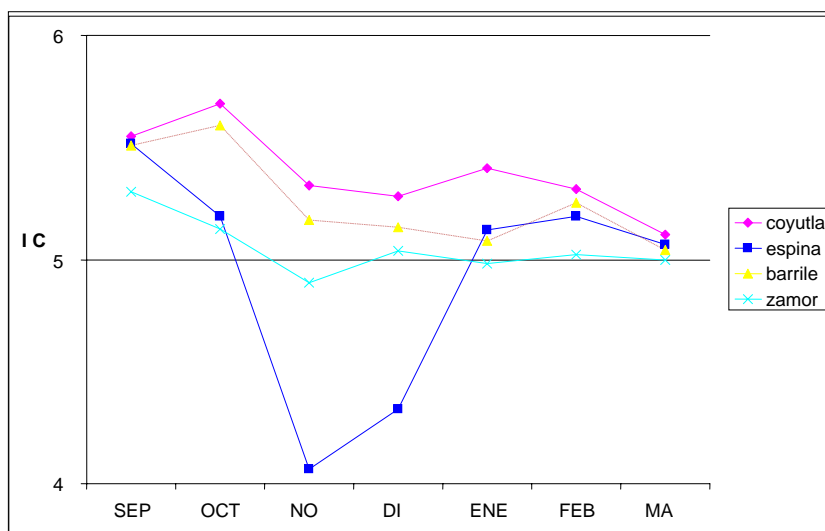


Figura 5. Índices de la calidad del agua del río Tecolutla desde Coyutla hasta Gutiérrez Zamora, Veracruz.

de la calidad del agua de todos los puntos de muestreo durante los primeros 6 meses de este estudio, será interesante comprobar si la tendencia se mantiene durante los siguientes seis meses.

Conclusiones

La presencia de coliformes totales y fecales en un cuerpo de agua es sinónimo de contaminación antropogénica, por lo que en los 6 meses de monitoreo del agua del río Tecolutla se puede observar que existe un gran impacto de la población sobre la calidad de ésta, por lo tanto, es muy importante que las autoridades tomen cartas en el asunto ya que, éste cuerpo de agua surte de ese vital líquido a todas las comunidades ribereñas y a las cabeceras municipales de El Espinal, Papantla y Gutiérrez Zamora, Veracruz, en todos los puntos de muestreo durante 6 meses la cantidad de UFC se mantuvo siempre muy por arriba de la norma 1000 UFC/100 ml.

Agradecimientos

Instituto de la Juventud Veracruzana por las becas otorgadas para la realización del trabajo.
Fac. Ciencias Químicas, Poza Rica U.V.

Bibliografía

- Ambroggi R. P. 2000. «El agua», Investigación y Ciencia, (Edición española del Scientific American), 2o trimestre, pp 16-27
- Arce, V. A., Calderón L. Mologora., Tomasini, O. A. 2004. Fundamentos Técnicos para muestreo y análisis de aguas. Manuales técnicos de autocapacitación en materia de normas técnicas relacionadas con inspección y verificación. 1era edición. CONAGUA, IMTA. México.
- Debels, P., Figueroa, R., Urrutia, R., Barra, R. y Niell, X. 2005. Evaluation of water quality in the Chillán river (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. Revista Environmental Monitoring and Assessment. Volumen 110; No.1- 3. Chile.
- Faña B. J. N. 2000. Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica, Ed. Grupo Hidroecológico.
- Grupo de Ingeniería en Consultoría y Obras, S.A. de C.V. (GICO). 2004. Análisis Integral de los Recursos Hidráulicos Uso Público en Comunidades Urbanas y Rurales en la Cuenca de los Ríos Tuxpam al Santa Ana. México.
- Instituto de Ecología A.C. 2000. Xalapa; Fac. de Ciencias, UNAM, www.conabio.mx
- Norma Mexicana NMX-AA-102-SCFI-2006. 2006. Calidad del Agua-Detección y Enumeración de Organismos Coliformes, Organismos Coliformes Termotolerantes y Escherichia Coli Presuntiva – Método De Filtración en Membrana.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT -1996.
- Oyarzún Gallardo J. P. 2004. Modelación y simulación de oxígeno disuelto, materia orgánica y relación distribucional demacroinvertebrados en la subcuenca del río Traiguén. Universidad Católica de Temuco, Chile.
- Tomasini, Ortiz, Ana. 2004. Muestreo y preservación para coliformes fecales y huevos de helminto. Manuales técnicos de autocapacitación en materia de normas técnicas relacionadas con inspección y verificación. 1era edición. CONAGUA, IMTA. México.