

Contaminación del Río Cazones, Veracruz, México durante el periodo octubre 2004 – junio 2005

Pollution of Cazones River, Veracruz, México during october 2004-june 2005 season

José Angel Galindo; Laura Vázquez-Castán; Miguel Angel Cruz- Lucas; Marisela López-Ortega* y Pablo San Martín del Ángel

Laboratorio de Análisis Bacteriológicos de Aguas. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana Km. 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Tuxpan, Veracruz, México.
E-mail: mariselaloor@hotmail.com * Autor para correspondencia

RESUMEN

Los estudios realizados sobre la Contaminación del Río Cazones son pocos y pobres de información. Por tal motivo el objetivo principal de este trabajo de investigación fue evaluar el grado de contaminación, analizando los contaminantes microbiológicos en aguas, y metales pesados en sedimentos. Los parámetros fisicoquímicos y biológicos analizados en el presente trabajo fueron: conductividad, salinidad y sólidos totales con un conductímetro, pH con un potenciómetro, cloruros por el método de Mohr, alcalinidad por el método volumétrico, dureza por medio del EDTA, coliformes totales y fecales por la técnica de NMP/100 ml, mesófilos por cuenta en placa, grasas y aceites por método soxhlet y metales pesados por absorción atómica. El tramo muestreado del río fue comprendido entre la Petroquímica Escolín e Infonavit Gaviotas. Para análisis de agua se hicieron 9 muestreos a partir del mes de octubre, efectuando una cada mes en cada zona de muestreo y 3 muestreos para sedimentos efectuando uno en octubre, en enero y el último en mayo, cubriendo de esta manera tres estaciones anuales (otoño, invierno y primavera). Según la normatividad, los parámetros biológicos encontrados en el agua del río Cazones están dentro de los límites máximos permisibles y sólo en algunas ocasiones son rebasados, en cuanto a sedimentos, las grasas y aceites están por encima de los límites, mientras que los metales están dentro de los rangos permitidos (NOM-001-ECOL-1996 y NOM-004-SEMARNAT-2002).

Palabras Clave: Contaminación, bacterias coliformes, parámetros fisicoquímicos, metales pesados

ABSTRACT

There are few studies about the pollution in the Cazones River. For this reason the main objective of this research is to evaluate the pollution levels of the river taking into consideration microbiological pollutants in water, and heavy metals in sediments. The following physicochemical and biological parameters were taken: conductivity, salinity, SDT; pH; chloride by Mohr method; alkalinity for the volumetric method; water hardness by means of the EDTA; total and fecal coliform bacteria for the technique of MNP/100 ml; mesofilos; fatty and oils by the Soxhlet method and heavy metals by atomic absorption. We sampled the river in the area located between the refinery "Escolin" and the residential houses known as "Infonavit Gaviotas". We took 9 samples for water analyses that were taken monthly from October to June, and 3 samples for sediments (autumn, winter, and spring). The biological parameters in the water do not exceed the limits established by Mexican regulations. The samples taken from the sediments showed that fats and oils exceed the limits permitted by the law, and heavy metals do not exceeded the limits established by the Mexican law (NOM-001-ECOL-1996 y NOM-004-SEMARNAT-2002).

Key words: Pollution, coliform bacteria, physicochemical parameters, heavy metal

INTRODUCCIÓN

Se le llama contaminación del agua a la incorporación a ésta de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias, deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos (riego agrícola, uso público, protección de la vida acuática, explotación pesquera, recreación, etc.) (Encarta, 2001).

La contaminación de ríos y arroyos por contaminantes químicos se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves del siglo XXI. La contaminación química de los ríos y arroyos se divide en dos grandes grupos: contaminación puntual y no puntual. La primera procede de fuentes identificables, como fábricas, refinerías o desagües. La no puntual es aquella cuyo origen no puede identificarse con precisión, como las escorrentías de la agricultura o la minería o las filtraciones de fosas

sépticas o depuradoras (Guinea, 1979). En este estudio nos vamos a enfocar en la contaminación puntual.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales, minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas de suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos (Apha, 1994).
- Sustancias radioactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radioactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen (Vázquez, 1987).

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser adsorbido por las cosechas. Este, de ser ingerido en cantidad suficiente, puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el Mercurio, el Arsénico y el Plomo (Gutiérrez, 1997).

Los sedimentos son el receptáculo de materiales y sustancias dispersas en la columna de

agua, por lo que su análisis químico es de gran utilidad para detectar algunos contaminantes en los ecosistemas acuáticos (Pedro, 2004).

Debido a que los sedimentos constituyen el más grande y estable depósito y recurso para la existencia de una amplia variedad de alimentos orgánicos e inorgánicos en el ambiente acuático (incluyendo contaminantes) es que éstos han sido ampliamente utilizados como indicadores de contaminación.

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's) se encuentran muy ampliamente distribuidos en sedimentos, la presencia de estos compuestos es atribuida principalmente a los derrames de petróleo, aunque también a otros factores (Neff, 1979).

Dentro de los principales contaminantes que se encuentran en el río Cazonos tenemos la Petroquímica "Escolín", un pozo petrolero que se está derramando, la acción directa de la gente en los Puentes Cazonos 1 y 2, la desembocadura de los arroyos que atraviesan la ciudad de Poza Rica y la descarga directa de aguas negras del Infonavit "Gaviotas", algunos de estos puntos se encuentran marcados en el área de estudio muy específicamente ya que son los más importantes en cuanto a contaminación.

Por tal motivo el objetivo de este trabajo es evaluar el grado de contaminación en el río Cazonos, durante el periodo Octubre 2004 - Junio 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el río Cazonos en el tramo Petroquímica "Escolín" – Infonavit "Gaviotas", el cual se encuentra en la Ciudad de Poza Rica de Hidalgo, ubicada al Norte del Estado de Veracruz, México; en la región del Totonacapan en la latitud 20° 32' y longitud Oeste 97° 27' (Figura 1). Tiene una altitud de 50 m sobre el nivel del mar, una superficie de 230.31 km² y representa el 0.0030% del porcentaje estatal (Gobierno del Estado, 2004).

Dicho trabajo consistió en una visita de prospección donde se establecieron las estaciones de muestreo las cuales son: 1) Petroquímica Escolín que se localiza aguas arriba del río, 2) Puente Cazonos 1 que se localiza a la mitad de la ciudad de Poza Rica la cual es la que más influye en la contaminación del

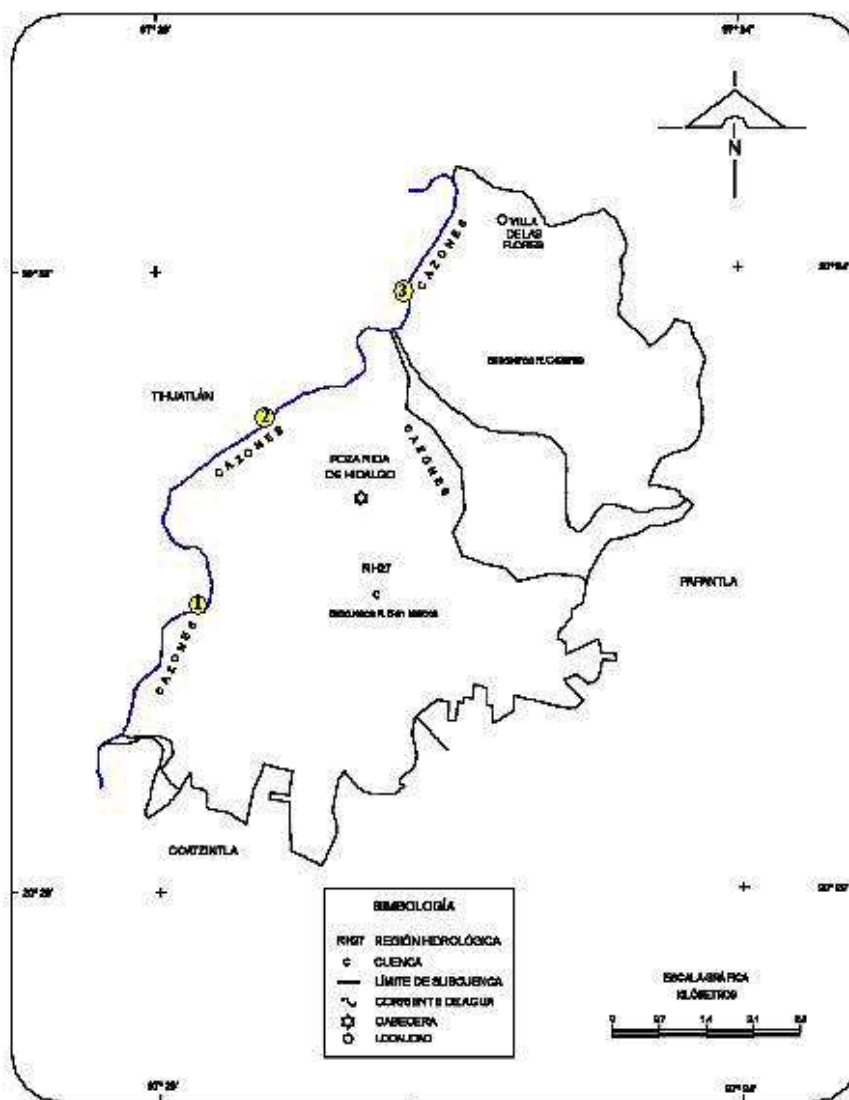


Fig. 1: Área de Estudio

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:250 000.
INEGI. Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Topográfica, 1:250 000.

afluente y 3) Infonavit Gaviotas que se localiza en la parte baja de la ciudad. Los muestreos de agua se efectuaron en las 3 estaciones ya citadas y para los sedimentos se tomaron solo las estaciones 1 y 3. Las estaciones se tomaron así para agua ya que es un muestreo de tipo intencionado y cubre en su totalidad el tramo petroquímica Escolín – Infonavit gaviotas, conociendo más precisamente el nivel de contaminación presente en el río y las áreas más contaminadas. Para sedimentos se tomaron de esta manera ya que el río es de fondo pedregoso y solo en estas zonas se encuentran sedimentos.

Se realizaron nueve muestreos para agua los cuales se efectuaron cada mes a partir de la cuarta semana del mes de octubre de 2004.

Para sedimentos se realizaron 3 muestreos en cada estación de muestreo, uno en el mes de octubre, otro en enero y el último en mayo para así poder abarcar 3 estaciones anuales (otoño, invierno y primavera) ya que en verano no fue posible muestrear pues las condiciones meteorológicas de la zona lo impidieron, dado que con las abundantes lluvias ocurridas en la parte serrana se incrementó el caudal del río y el nivel siempre se mantuvo alto, imposibilitando muestrear por el riesgo que representa.

En las muestras de agua se determinaron los siguientes parámetros: la conductividad, la salinidad y los sólidos totales se tomaron con un conductímetro, el pH con el potenciómetro, los cloruros se

determinaron por el método de Mohr, la alcalinidad por el método volumétrico y dureza total por medio del EDTA, esto en lo que respecta a parámetros físico-químicos. En lo referente a los parámetros biológicos los mesófilos aerobios se determinaron por medio de la incubación en placa y los coliformes totales y fecales por la técnica de NMP/100ml (INE1987).

Para las muestras de sedimentos solo se determinaron grasas y aceites por el método de Soxhlet y para el análisis de metales pesados se empleo el método de digestión con HCl concentrado x 5 h y en la solución se determinan los elementos: Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cr, Co, Cd y Pb a través de absorción atómica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los parámetros físicos-químicos tomados en el río Cazones la temperatura del agua se mantuvo entre los 20 °C y 21 °C durante todo el periodo de muestreo (cuadro 1).

Los puntos de muestreo 2 y 3 registraron valores de sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica más altos durante los meses de marzo a junio, alcanzando el máximo de 998 mg/l y 1953,3 μ S (Cuadros 1), cuando el volumen del agua del río fue más bajo, asimismo, la salinidad se mantuvo entre 0,2 y 0,3 ‰ (cuadro 1) durante todo el periodo de muestreo, alcanzando el máximo valor de 1 ‰ en los meses de marzo y abril; los cloruros alcanzaron sus máximos valores entre febrero y junio en el punto de muestreo 3 comprendidos entre 76,26 y 92,16 ppm (cuadro 2), relacionándose así con la baja salinidad antes mencionada.

La alcalinidad más alta se presentó durante los meses de abril y mayo y fue de 338 mg/l y 245 mg/l respectivamente (cuadro 2), en el punto de muestreo 3. El pH no tuvo mucha variación, la mayoría de las veces se mantuvo en 7,5 (cuadro 2);

En los parámetros biológicos se encontró que los coliformes tanto totales como fecales son siempre más altos en el punto de muestreo 3 que corresponde al Infonavit Gaviotas con valores superiores a 1.100 NMP/100 ml en los meses de octubre y diciembre, y entre 70 y 120 NMP/100 ml en enero y febrero (cuadro 3). Los mesófilos aerobios más altos reportados se encuentran en la estación 1 y 3 con valores de 30 U.F.C., en el mes de junio (cuadro 2), considerando esta zona la de mayor presencia de contaminantes biológicos, puesto que es la más cercana a la mancha urbana.

En los análisis realizados a los sedimentos, se encontró que en el mes de octubre se registraron los valores más altos, las grasas y aceites alcanzaron elevadas cantidades en el punto de muestreo 3 de Infonavit Gaviotas con valores de hasta 5199,7 mg/kg (datos no mostrados).

En relación a los metales pesados, el hierro en forma de óxidos se encuentra en mayor cantidad en el punto de muestreo 1 correspondiente a la Petroquímica Escolín en octubre, con un valor de 4,969 %; el cobre registró un 31,25 % en los tres muestreos del Infonavit Gaviotas y en los muestreos 2 y 3 de la petroquímica Escolín, pues en el primer muestreo no se detectó este metal; el zinc se registró en mayores concentraciones en la zona del Infonavit Gaviotas con valores de 124 a 188 mg/kg en el mes de octubre; el cobalto registra un valor de 31,75

Cuadro 1. Valores de temperatura (° C), sólidos totales disueltos (mg/l), conductividad eléctrica (μ S) y salinidad (‰) en tres estaciones de muestreo en el Río Cazones, Veracruz, México durante el periodo octubre 2004-junio 2005.

Temperatura (° C)				STD (mg/l)				Conductividad (μ S)				SALINIDAD (‰)			
MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3
OCT	22,0	22,1	22,0	OCT	211	254	265	OCT	405,15	423,53	489,26	OCT	0,2	0,2	0,2
NOV	21,4	21,4	21,4	NOV	217	228	242	NOV	487,91	489,90	532,27	NOV	0,2	0,2	0,2
DIC	19,0	19,0	19,0	DIC	308	352	299	DIC	501,78	578,73	640,90	DIC	0,3	0,3	0,3
ENE	19,0	19,5	20,0	ENE	252	289	345	ENE	426,12	459,16	578,45	ENE	0,3	0,3	1,0
FEB	21,5	20,0	20,5	FEB	256	299	346	FEB	459,13	406,82	602,20	FEB	0,2	0,2	0,3
MAR	20,0	20,5	21,5	MAR	155	399	792	MAR	403,12	752,65	956,75	MAR	0,3	0,3	1,0
ABR	19,0	20,0	20,0	ABR	200	459	998	ABR	407,90	922,40	1953,30	ABR	0,2	0,3	1,0
MAY	20,0	21,5	21,5	MAY	246	235	400	MAY	432,20	925,60	1956,70	MAY	0,2	0,2	0,2
JUN	21,5	21,5	22,0	JUN	145	354	354	JUN	952,30	859,70	975,60	JUN	0,3	0,2	0,2

mg/kg en el mes de mayo en la Petroquímica Escolín y en los tres meses muestreados en el Infonavit Gaviotas; el plomo solo se encontró en octubre en el Infonavit Gaviotas y en los tres meses en la Petroquímica Escolín con valores de 26 a 52 mg/kg, indicando que existe una mayor concentración de este metal en la parte alta del río (datos no mostrados). Todos estos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la NOM – 004 – SEMARNAT – 2002. Según los datos obtenidos se tiene que la zona en donde se encontraron más contaminantes es la del punto de muestreo del Infonavit Gaviotas a excepción del plomo que se localizó únicamente en el punto de muestreo de la petroquímica Escolín.

Comparando el presente trabajo con el realizado anteriormente en el mismo cuerpo de estudio y con los realizados por Pedro (2004) se tiene que la contaminación del río Cazonos aumenta cada vez más a través del tiempo, aunque aun no sobrepasa los límites máximos permisibles según la normatividad vigente (NOM-001-ECOL-1996 y NOM-004-SEMARNAT-2002), por ejemplo, anteriormente para Coliformes se reportaban valores de menos de 1000 NMP/100 ml y hoy en día se registran de más de 1100 NMP/100 ml, así como la presencia de metales pesados que también se encuentran a la alza. Esto es grave pues si se sigue contaminando el río a este ritmo en pocos años pasará de ser un río a ser un canal de aguas negras.

CONCLUSIONES

1. Ninguno de los parámetros físicos-químicos, (conductividad, sólidos totales, pH, salinidad,

cloruros, alcalinidad) en agua rebasaron los límites máximos permisibles según la NOM-001-ECOL-1996, sin embargo estos continúan aumentando con el paso del tiempo.

2. Los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, fecales y mesofilos aerobios) se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles según la NOM-001-ECOL-1996; encontrándose en mayor concentración en la zona de Infonavit Gaviotas, lugar donde se presenta el mayor número de descargas de aguas residuales.
3. Las grasas y aceites en los sedimentos del río se presentan en mayor cantidad en la parte baja del río.
4. Los metales pesados, se encuentran dentro de los rangos permitidos según la NOM-004-SEMARNAT-2002.
5. La zona del río en la que se concentran mayormente los contaminantes es la de la parte baja del río correspondiente al Infonavit Gaviotas entre los meses de marzo a junio, no contando con información entre julio y septiembre, debido a que el río es caudaloso en el verano, debido a que las constantes inundaciones que se registran en la parte baja de la cuenca se deben principalmente a la continua presencia de ondas tropicales o ciclones, impactando severamente la cuenca del río Cazonos. Cabe señalar que el Municipio de Poza Rica, ciudad que se encuentra circundada por el Río Cazonos, no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales son vertidas directamente a los afluentes

Cuadro 2. Valores de cloruros (ppm), alcalinidad (mg/l CaCO₃), pH y mesófilos (U.F.C./100ml) en tres estaciones de muestreo en el Río Cazonos, Veracruz, México durante el periodo octubre 2004-junio 2005.

Cloruros (ppm)				Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)				pH				Mesófilos (U.F.C./100 ml)			
MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3
OCT	23,56	27,6	28,48	OCT	165	124	136	OCT	7,5	7,2	7,4	OCT	0	0	0
NOV	23,68	29,61	39,48	NOV	163	114	197	NOV	7,4	7,6	7,9	NOV	30	0	15
DIC	64,18	74,02	34,54	DIC	128	160	179	DIC	7,9	7,3	7,1	DIC	15	7	0
ENE	56,12	78,26	68,25	ENE	124	115	134	ENE	7,6	7,6	6,9	ENE	23	15	7
FEB	65,89	88,15	92,16	FEB	111	109	123	FEB	7,4,	7,5	6,8	FEB	5	15	12
MAR	68,56	64,25	79,56	MAR	89	113	106	MAR	7,2	7,3	6,8	MAR	5	18	25
ABR	66,78	64,25	79,56	ABR	100	111	338	ABR	7,4	7,0	6,7	ABR	9	15	21
MAY	59,65	98,45	86,26	MAY	105	165	245	MAY	7,3	7,5	7,5	MAY	12	15	25
JUN	55,89	45,26	78,59	JUN	100	156	189	JUN	7,5	7,3	6,5	JUN	15	25	30

que depositan sus aguas a este Río. Prácticamente no existe tratamiento de aguas residuales en el Estado de Veracruz, aún cuando existen 118 plantas de tratamiento, entre ellas 35 son municipales; ya que de los 561 Mm³ / año que se descargan solo se depura alrededor del 12%. Adicionalmente la infraestructura de tratamiento municipal existente no opera adecuadamente. La calidad del agua de los acuíferos si bien es aceptable, persiste el riesgo de afectación a través de infiltraciones del agua residual contaminada, así como riesgo de intrusión salina.

LITERATURA CITADA

- Apha, L. M. 1994. Métodos estándar para el examen de agua y aguas de desecho. Undécima Edición. Editorial interamericana. pp. 302
- CGSINEGI. 2004. (actualizado al 23 de Octubre de 2004). <http://www.inegi.gob.mx>
- Encarta 2001. Contaminación del Agua. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2004. (actualizado al 14 de Octubre de 2004). <http://ayuntamiento.pozarica.gob.mx/>
- Gutiérrez. R. J. 1997. “Veracruz educación ambiental amigos de la Tierra” Editorial Limusa, México, DF. pp. 125
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1993. (actualizado al 02 de octubre de 2004). http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/215/cca16.html?id_pub=215&id_tema=&dir=consultas
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. NMX-AA-007-SCFI-2000 (actualizado al 06 de septiembre de 2004). <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas.htm>
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. NMX – AA – 005 – 2000 (actualizado al 25 de abril de 2005). http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/215/cca16.html?id_pub=215&id_tema=&dir=consultas
- López, 2000. Manual de practicas. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región: Poza Rica-Tuxpan, Tuxpan. Pág. 03
- Merk, 1995. Análisis de Agua. Editorial Omega. Barcelona, España. Pág. 76.
- OMS. 1998. Guía para la calidad del agua potable” Washintong, D.C. OPS. pp. 80
- Pedro, A. 2004. Situación de los hidrocarburos derivados del petróleo en ecosistemas acuáticos del Golfo de México”. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver.
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1980. (actualizado al 02 de mayo de 2005). <http://www.semarnat.gob.mx>
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1989. (actualizado al 30 de mayo de 2005). <http://www.semarnat.gob.mx>

Cuadro 3. Valores de coliformes totales (NMP/100 ml) y coliformes fecales (NMP/100 ml) en tres estaciones de muestreo en el Río Cazones, Veracruz, México durante el periodo octubre 2004-junio 2005.

Coliformes totales (NMP/100 ml)				Coliformes fecales (NMP/100 ml)			
MES	M1	M2	M3	MES	M1	M2	M3
OCT	9,1	>1100	>1100	OCT	7,3	>1100	>1100
NOV	2,3	9,1	16,0	NOV	9,1	9,1	19,0
DIC	16,0	460,0	>1100	DIC	9,1	24,0	34,0
ENE	19,0	75,0	120,0	ENE	9,2	36,0	160,0
FEB	6,2	9,4	76,0	FEB	9,0	7,2	15,0
MAR	6,1	9,4	75,0	MAR	0,0	9,0	42,0
ABR	0,0	7,3	7,3	ABR	0,0	3,6	7,2,0
MAY	11,0	15,0	20,0	MAY	7,3	20,0	34,0
JUN	19,0	20,0	42,0	JUN	15,0	34,0	75,0

SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1987. (actualizado al 20 de mayo de 2005). <http://www.semarnat.gob.mx>

SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. (actualizado al 22 de abril de 2005). <http://www.semarnat.gob.mx>

SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1996. (actualizado al 19 de marzo de 2005). <http://www.semarnat.gob.mx>

SSA (Secretaría de Salud y Asistencia), 1994. NMX-117-SSA1-1994. (Actualizado al 20 de Febrero de 2005). <http://www.ssa.gob.mx>