

# Contaminación fecal en varios ríos de la Gran Área Metropolitana y la Península de Osa

Fecal contamination in several rivers of the Greater Metropolitan Area and the Osa Peninsula

Guillermo Calvo Brenes<sup>1</sup>  
Jesús Mora Molina<sup>2</sup>

Fecha de recepción: 20 de enero del 2012  
Fecha de aprobación: 19 de marzo del 2012

Calvo, G; Mora, J. Contaminación fecal en varios ríos de la Gran Área Metropolitana y la Península de Osa. *Tecnología en Marcha*. Vol. 25, N° 4. Pág 33-39.

- 1 Químico. Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), Escuela de Química, Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2550-2807. Correo electrónico: gcalvo@itcr.ac.cr
- 2 Tecnólogo de alimentos. Investigador y coordinador del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), Escuela de Química, Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2550-2568. Correo electrónico: jmora@itcr.ac.cr

## Palabras clave

Recurso hídrico, contaminación de ríos, Península de Osa, Gran Área Metropolitana, coliformes fecales, Índice holandés de clasificación de la calidad del agua

## Resumen

La contaminación en los ríos de Costa Rica es un problema que merece especial atención. El concepto "contaminación del agua" implica la incorporación de materias extrañas a esta, tales como microorganismos (coliformes totales y fecales), productos químicos (jabones, fertilizantes, pesticidas), metales pesados (cromo, plomo, mercurio, etc.) o materia orgánica proveniente de los suelos a través de la escorrentía superficial y de las aguas residuales domésticas. Estas materias deterioran la calidad del agua y reducen los diferentes usos que podría tener un río.

El recurso hídrico es importante tanto para la preservación de la vida humana como para la conservación de la flora y fauna. Costa Rica se ha caracterizado por ser un país poseedor de una rica biodiversidad. Sin embargo, muchos de los ríos de la Gran Área Metropolitana ya presentan una contaminación severa, según el Índice holandés de clasificación de la calidad del agua.

En este estudio se analizó el contenido de coliformes fecales en 10 ríos de las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago, así como de la Península de Osa. Para correlacionar el contenido de coliformes fecales con la densidad poblacional, además, se muestrearon tres puntos en cada río: la zona alta cercana a la naciente, la zona media y la zona baja cercana a su desembocadura.

Se encontró que los puntos de muestreo con densidades poblacionales medias o altas están altamente contaminados con coliformes fecales. Varios de ellos superan el límite máximo permisible en el contenido de coliformes fecales establecido por los reglamentos nacionales para el uso de los ríos en actividades de recreación de contacto primario.

También se determinó que las zonas con menor población, tales como los ríos Tigre y Rincón en la Península de Osa, el río Poás en Alajuela en todo su recorrido y los ríos Purires y Birris en Cartago, en sus zonas medias y altas, están menos contaminados. Los ríos María Aguilar, Torres y Segundo, que poseen alta densidad poblacional, muestran altos niveles de contaminación prácticamente durante todo el año. El resto de los ríos estudiados muestra niveles no aptos para actividades recreativas durante el periodo de invierno, mientras que en el verano presentan niveles aceptables.

## Key words

Hydric resources, river contamination, Península de Osa, Great Metropolitan Area, fecal coliforms, water quality classification Holland index.

## Abstract

Contamination of rivers in Costa Rica is an issue that requires special attention. The term "river contamination" means the incorporation of strange matter such as microorganisms (total and fecal coliforms), chemical products (soaps, fertilizers, pesticides), heavy metals (such as chrome, lead, mercury), or organic matter; the last one coming from soil through superficial water runoff as well as domestic wastewaters. All of them deteriorate the water quality and reduce the different water usage of rivers.

Water resources are important not only for preservation of human life but also for animal and plant preservation. Costa Rica is worldwide known as a country with an outstanding biodiversity. Even though, the Great Metropolitan Area has most of its rivers severely contaminated, according to the water quality classification Holland index.

In this research, the fecal coliform content was analyzed in 10 different rivers located in the provinces of San José, Alajuela, Heredia, Cartago, as well as Península de Osa. For the purpose of correlating fecal coliforms content with population density, tres different sampling areas were added to each river: the high level zone close to the river origin, the middle sampling area, and the lower level area closer to the river mouth.

It was found that middle and high population density areas are highly contaminated with fecal coliforms. Some of them surpass the permissible maximum level permitted for recreational primary contact activities, according to national regulations.

It was also determined that lower population density zones, such as Tigre and Rincón rivers of the Península de Osa, the Poás River in the Alajuela Province alongside, and the Purires and Birris rivers in Cartago, in the middle and higher zones, are less contaminated. The María Aguilar, Torres and Segundo rivers, characterized with a high density population, are the most contaminated waters, basically all year round. The rest of the rivers studied showed levels not appropriate for recreational activities during winter time, meanwhile appropriate levels are acceptable for the summer time.

## Introducción

El uso del agua es el mejor indicador del grado de desarrollo social y económico de un país. Es un elemento esencial no solo para la preservación de la vida humana sino también para la conservación de la flora y fauna en una región, lo que representa, en algunos casos, el atractivo turístico de la zona (Sanchez, 2009).

La cantidad total de agua fresca que existe en el mundo puede satisfacer todas las necesidades de la humanidad si estuviera uniformemente distribuida y fuera accesible (FAO, 2001; Nas, Bayram, Nas, and Bulut, 2008). Diferentes regiones del mundo enfrentan distintos tipos de problemas asociados a la disponibilidad, uso y control del recurso. Su conservación y su calidad están estrechamente vinculadas prácticamente a todas las actividades económicas y sociales en forma ineludible, así como a la salud de la población. Existe una relación directa entre la pobreza y el nivel de desigualdad en el acceso al agua potable: a mayor desigualdad, mayor pobreza (Astorga, 2008).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de las enfermedades en el planeta se debe a problemas con el agua (AyA, 2003; FAO, 2011; OMCO, 2010). El agua, necesaria e indispensable para sostener la vida, también es portadora de enfermedades y muerte. La tifoidea, el cólera, la disentería, la diarrea y la hepatitis infecciosa son cinco enfermedades que se transmiten por agua contaminada o por lavar alimentos, utensilios y manos en ella. La malaria y la fiebre amarilla son enfermedades transmitidas por vectores que se crían en el agua (OMS, 2009; OMS, 2011). Una de las causas, según reconocen los especialistas, es la poca atención a la problemática de las aguas residuales en las zonas urbanas, donde las acequias y quebradas se utilizan como receptores de dicha contaminación (AyA, 2003). La contaminación por coliformes fecales es uno de los problemas que más influye en el deterioro de los cuerpos de agua.

El crecimiento poblacional del país desde 1940 ha sido exponencial (figura 1), excepto en los datos del 2002 a 2004, que presentan claramente una disminución en el ritmo del crecimiento poblacional (INEC, 2008). De mantenerse este ritmo en el crecimiento demográfico y el subsecuente incremento en los niveles de consumo que se registran en la

población, ello va a significar un reto adicional para las municipalidades y demás instituciones autónomas, principalmente por el incremento en el desecho de residuos sólidos y las aguas residuales tanto domésticas como industriales (Sevares, 2005). Los últimos censos efectuados en el país muestran que aproximadamente el 70% de la población vive en las provincias de San José, Heredia, Alajuela y Cartago (Dobles, 2008).

Costa Rica es un país privilegiado por la cantidad de ríos y mantos acuíferos que posee. Desafortunadamente, los niveles de contaminación de los ríos son altos (Calvo, y Mora, 2007a; Calvo y Mora, 2007b). Durante los últimos diez años el país ha logrado notables avances en la expansión del acceso a los servicios de abastecimiento de agua, pero el sector enfrenta desafíos significativos debido a la reducida cobertura de los servicios de alcantarillado, la deficiente calidad del servicio y el bajo nivel de recuperación de costos (INEC, 2008).

En la actualidad, las aguas residuales domésticas se descargan a un alcantarillado sanitario o pluvial y, en última instancia, directamente a los cuerpos de agua superficiales. La cuenca del río Tárcoles recibe 3200 litros/segundo de aguas residuales sin tratar, lo que equivale a 276 millones de litros diarios (Astorga, 2008).

## Metodología

El periodo cubierto en esta investigación comprende los meses de noviembre del 2010 a octubre del 2011. Se seleccionaron 10 ríos localizados en las provincias de San José, Alajuela, Heredia, Cartago, así como en la Península de Osa. Para correlacionar el contenido de coliformes fecales con la densidad poblacional (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2002); además, se muestrearon tres puntos en cada río: la zona alta cercana a la naciente (codificado con el número 1 para cada río), la zona media (con el código 2) y la zona baja cercana a la desembocadura del río (con el código 3). Los ríos seleccionados son:

1. Río Tigre (Cuenca ríos Península de Osa)
2. Río Rincón (Cuenca ríos Península de Osa)
3. Río Birrís (Cuenca del río Reventazón)
4. Río Purires (Cuenca del río Reventazón)

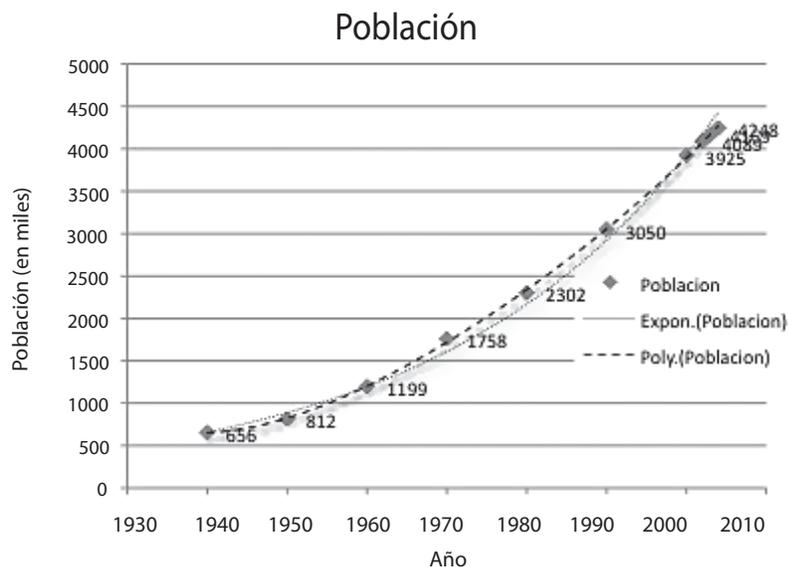


Figura 1. Crecimiento poblacional en Costa Rica desde el año 1940. Fuente: INEC, 2008.

5. Río Poás (Cuenca del río Grande de Tárcoles)
6. Río Agres (Cuenca del río Grande de Tárcoles, zona de Escazú)
7. Río María Aguilar (Cuenca del río Grande de Tárcoles)
8. Río Torres (Cuenca del río Grande de Tárcoles)
9. Río Segundo (Cuenca del río Grande de Tárcoles)
10. Río Cañas (Cuenca del río Grande de Tárcoles, zona de Aserri)

Como indicador de calidad microbiológico se utilizaron los coliformes fecales cuya metodología de análisis y de muestreo se describe en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Se usó el método de fermentación de tubos múltiples, conocido como número más probable (NMP) (APHA, 2005). Este indicador es adecuado y suficiente para valorar la calidad de las aguas desde el punto de vista microbiológico. Cude (2001) reporta una correlación entre los coliformes fecales, los coliformes totales y la bacteria *Escherichia coli*, más conocida como *E. coli* (Cude, 2001).

Se utilizaron los criterios de evaluación y clasificación contemplados en el "Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales", con el fin de valorar la calidad de

las aguas en función de su contenido de coliformes fecales. Además, el reglamento ordena en cinco clases los ríos según los usos que se les puede dar. La clase 2 es de especial importancia, ya que contempla aquellas aguas que por sus características se pueden usar para actividades recreativas de contacto primario, la acuicultura y la protección de las comunidades acuáticas. Igualmente, esta clase incluye el riego de hortalizas que se consumen crudas o de frutas que se ingieren sin eliminarles la cáscara (Minae, 2007). El reglamento establece un contenido menor a 1000 coliformes fecales/100 mL para la clase 2.

Para valorar la posible correlación entre el contenido de coliformes fecales y la densidad poblacional, se utilizó el programa de cómputo *Statistical Package for Social Science* (SPSS versión 18). Para ello se utilizó el análisis bivariado de Spearman, para distribuciones no normales. También se valoró si existe diferencia significativa con una probabilidad del 95% entre los datos obtenidos en la época lluviosa con respecto a la seca por medio del Análisis de ANOVA.

### Discusión de los resultados

En análisis de ANOVA mostró que no hay diferencia significativa entre los datos reportados para el invierno y el verano. El análisis bivariado de Spearman presentó una correlación significativa positiva entre

la densidad poblacional y el contenido de coliformes fecales: a mayor densidad poblacional, mayor el contenido de coliformes fecales, y viceversa.

Además, se encontró que los puntos de muestreo con densidades poblacionales medias o altas están altamente contaminados con coliformes fecales. Varios de ellos sobrepasan el límite máximo permisible en su contenido de coliformes fecales establecido por el reglamento nacional para su uso en actividades de recreación de contacto primario.

Además, se determinó que las zonas con menor población, como lo son en los ríos Tigre y Rincón de la Península de Osa, el río Poás de la provincia de Alajuela y los ríos Puriris y Birris de la provincia de Cartago, estos últimos dos en las zonas medias y altas, están menos contaminados. Los ríos María Aguilar, Torres y Segundo muestran altos niveles de contaminación prácticamente todo el año. El resto de los ríos estudiados muestra niveles no aptos para actividades recreativas durante el periodo de invierno, mientras que en el verano presentan niveles aceptables para la recreación.

De lo observado en el campo se deduce que, por lo general, los periodos con alta precipitación pluvial están asociados con el arrastre de sustancias contaminantes provenientes de actividades humanas así como de la excretas de animales, tanto domésticos como silvestres, que habitan en la zona.

Esto es particularmente evidente en la Península de Osa, caracterizada por fuertes lluvias durante el

invierno y donde, a pesar de la alta cobertura boscosa de la zona, prevalece la escorrentía de aguas superficiales que arrastran materia orgánica hacia los ríos a causa de la textura de los suelos, donde predominan los de tipo arcilloso.

## Conclusiones

Existe una correlación positiva entre la densidad poblacional y el contenido en coliformes fecales. Es por ello que los ríos más contaminados con materia fecal que se detectaron en este estudio son el María Aguilar y el Torres en San José, con densidades poblacionales de 5000-10 000 habitantes/km<sup>2</sup>. El caso contrario son los ríos Rincón y Tigre, con densidades poblacionales de 0-380 habitantes/km<sup>2</sup> y una notable menor contaminación.

Dado el crecimiento exponencial de la población costarricense a partir del año 1940, el cual continúa hasta nuestros días, resulta imperativo tomar las medidas adecuadas, tanto por parte de instituciones gubernamentales como no gubernamentales, para que se formulen programas de recuperación y protección del recurso hídrico.

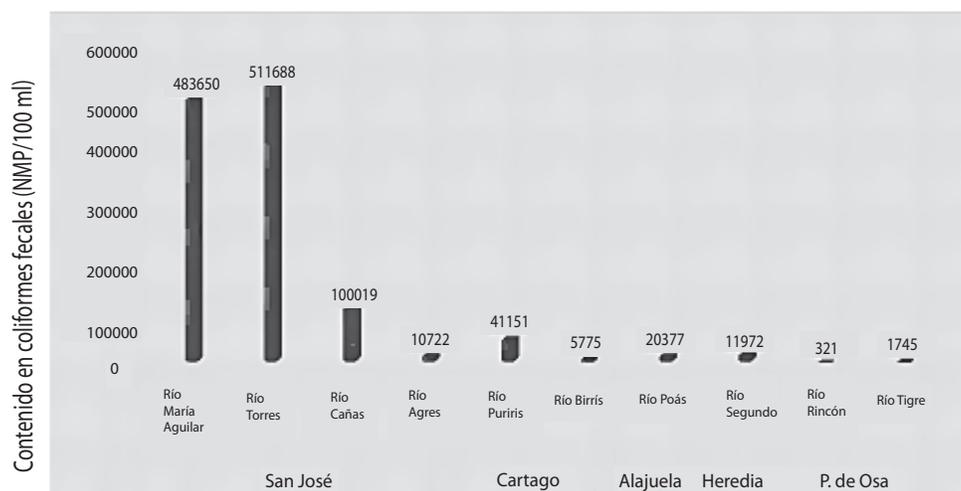


Figura 2. Contenido de coliformes fecales (NMP/100 ML) encontrados en los ríos según la densidad poblacional de cada zona. Los valores corresponden al valor promedio durante los 12 meses y medidos cerca de la desembocadura.

Cuadro 1. Contenido en coliformes fecales (NMP/100 ml) en cada uno de los puntos de muestreo desde noviembre del 2010 hasta octubre del 2011.

Sitios de muestreo	Densidad poblacional (Hab/km <sup>2</sup> )	2010												2011													
		Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
Ma-1	0	230	4600	1100	93	240	240	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600
Ma-2	4679	4600	110000	46000	110000	460	11000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000
Ma-3	10292	11000	4600000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000	4600	460000
To-1	0	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93	43	93
To-2	7518	110000	110000	4600	11000	460	11000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000
To-3	8156	11000	4600000	110000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000	11000	460000
Se-1	0	43	43	23	43	15	460	240	43	43	240	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Se-2	2911	1100	11000	93	1100	93	1100	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000	46000
Se-3	3481	4600	4600	43	1100	4600	1100	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000	4600	11000
Ri-1	0	1100	---	9	43	43	43	23	43	43	23	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Ri-2	110	4600	43	23	460	93	460	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Ri-3	2	460	460	43	23	9	23	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93	9	93
Ti-1	4	460	11000	23	9	43	9	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4	43	4
Ti-2	380	460	93	9	23	9	23	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43	9	43
Ti-3	0	93	240	23	4	15	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460
Ca-1	0	460	460	43	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ca-2	3775	1100	1100	1100	460	4	23	1100	46000	4	23	1100	46000	4	23	1100	46000	4	23	1100	46000	4	23	1100	46000	4	23
Ca-3	8982	1100	93	4600	93	4	43	46000	93	4	43	46000	93	4	43	46000	93	4	43	46000	93	4	43	46000	93	4	43
Ag-1	0	150	460	43	9	23	9	43	9	23	4	93	4	93	4	93	4	93	4	93	4	93	4	93	4	93	4
Ag-2	1224	460	1100	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460	240	460
Ag-3	2145	1100	1100	460	43	93	43	460	43	93	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100	11000	1100
Po-1	0	460	43	4	43	4	43	4	43	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23
Po-2	472	1100	1100	43	240	43	240	43	240	43	23	4600	1100	4600	1100	4600	1100	4600	1100	4600	1100	4600	1100	4600	1100	4600	1100
Po-3	205	93	93	1100	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460
Pu-1	0	43	93	23	9	23	9	23	9	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4	23	4
Pu-2	257	11000	93	460	43	240	43	240	43	240	43	1100	43	1100	43	1100	43	1100	43	1100	43	1100	43	1100	43	1100	43
Pu-3	3077	11000	240	93	93	46	1100	11000	93	46	1100	11000	93	46	1100	11000	93	46	1100	11000	93	46	1100	11000	93	46	1100
Bi-1	0	43	460	43	23	3	4	4	4	4	4	9	23	4	9	23	4	9	23	4	9	23	4	9	23	4	
Bi-2	60	460	93	23	43	23	9	43	23	43	9	460	43	9	460	43	9	460	43	9	460	43	9	460	43	9	460
Bi-3	306	1100	460	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000	43	460	46000

Nota: 1. Los ríos muestreados fueron: Maná Aguilar, Torres, Segundo, Rincón, Tigre, Cañas, Agres, Poás, Purires y Birris, respectivamente.  
2. Los colores representan:

Apto para bañarse	No apto para bañarse
-------------------	----------------------

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Rectores (Conare) por el apoyo financiero y al Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), en especial a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión. También al Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) y al Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos (Ceqiatec), por su respaldo al proyecto.

Este artículo forma parte del tema de tesis del estudiante de doctorado Guillermo Calvo Brenes del Sistema de Estudios de Postgrado del Programa Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (Docinade).

## Bibliografía

- APHA. (2000). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20 edición. Port City Press. Baltimore, MA. USA.
- Astorga, Y. (2008). *Situación del recurso hídrico. Informe preliminar*. Decimocuarto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Litografía e Imprenta Guilá, S.A. San José, Costa Rica.
- AyA. (2003). VII Congreso Nacional de ingeniería sanitaria y ambiental. Patrocinado por ACREH, CII, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. San José, 27-29 de agosto 2003.
- Calvo, G. & Mora, J. (2007). *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del Río Tárcoles y el Reventazón. Parte III.: Calidad de cuerpos receptores de agua, según el Sistema Holandés de Valoración*. Tecnología en Marcha 20(4), Octubre-Diciembre.
- Calvo, G. & Mora, J. (2007). *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón. Parte I: Análisis de la contaminación de cuatro ríos del área metropolitana*. Tecnología en Marcha, 20(2), Abril-Junio.
- Cude, C. G. (2001). Oregon water quality index: a tool for evaluating water quality management effectiveness. *Journal of the American Water Resources Association* Vol. 37, No. 1.
- Dobles, R. (2008). *Política hídrica nacional y la gestión del agua como recurso y como servicio*. MINAET. Versión preliminar para consulta. San José.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2011). La FAO lanza campaña para prevenir las enfermedades de transmisión alimentaria. Obtenido desde: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/12574-la-fao-lanza-campana-prevenir-las-enfermedades-trasmision-alimentaria>. (11/11/11).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2001). Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. *Boletín de tierras y aguas de la FAO*. Obtenido desde: <http://uned.blackboard.com/webct/urw/lc5116001.tp0/cobaltMainFrame.dowebct> (15/06/2009).
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2008). Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad (cifras actualizadas) 1950-2050. Obtenido desde: <http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>. (11/11/11).
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía) (2007). Reglamento para la clasificación y la evaluación de la calidad de cuerpos de agua superficiales. No 33903 MINAE-S. Gaceta #178, 17 de Setiembre del 2007. San José.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2002). Densidad de población de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Obtenido desde: <http://www.mideplan.go.cr/Sides/ambiental/23-2.htm>. (Agosto del 2002).
- Nas, S.S.; Bayram, A.; Nas, E. & Bulut, V.N. (2008). *Effects of some wáter quality parameters on the dissolved oxygen balance of streams*. Polish Journal of Environmental Studies, 2008, Vol. 17 Issue 4, p. 531-538, 8p.
- OMCO (2010). Estadísticas de enfermedades provocadas por el agua. *Consumer World Organization*. Obtenido desde: [www.omco.org/agua/estadisticas\\_enfermedades\\_por\\_agua.htm](http://www.omco.org/agua/estadisticas_enfermedades_por_agua.htm). (13/02/10).
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2009). Enfermedades diarreicas, una amenaza latente. Obtenido desde: <http://elmercuriodigital.es> - [elmercuriodigital.es](http://elmercuriodigital.es). (13/02/2010).
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2011). Agua, saneamiento y salud: Manejo ambiental para el control de vectores. Obtenido desde: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resources/envmanagement/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/envmanagement/es/index.html). (11/11/2011).
- Sánchez, A. (2009). *Antología curso: geodinámica y problemas ambientales. Doctorado en Ciencias Naturales para el desarrollo*, 3a. promoción 2009, Universidad de Chapingo, México, p. 262.
- Sevares, J. (2008). *El imperio de las finanzas sobre las economías, las empresas y los ciudadanos*. Colección biografías y documentos. Grupo Editorial Norma. Edición 2005. Argentina. Pp98-147.