

# Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa

Fecha de recepción: 19/07/2010

Fecha de aceptación: 20/07/2010

Jesús Mora<sup>1</sup>

Guillermo Calvo<sup>2</sup>

*El recurso hídrico es un elemento esencial no solo para la preservación de la vida, sino también para la conservación de la flora y fauna de la región. 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 su población.*

## Palabras clave

Recurso hídrico, contaminación de aguas, Península de Osa, análisis microbiológicos, coliformes fecales.

## Resumen

La contaminación de los cuerpos de agua en Costa Rica y en todo el mundo es uno de los principales problemas ambientales, debido a la importancia estratégica de este recurso. El recurso hídrico es un elemento esencial no solo para la preservación de la vida, sino también para la conservación de la flora y fauna de la región. 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 su población.

La Península de Osa se ha caracterizado por ser una zona con una exuberante biodiversidad, tanto en su flora como en su fauna, raramente encontrada en una zona pequeña. En 1975, se creó el Parque Nacional de Corcovado, el más

importante parque de Costa Rica y que protege a un tercio de la península. Este exótico territorio que es la Península de Osa no está exento de amenazas, debido a la fragmentación y destrucción del hábitat, la deforestación por la explotación de la madera y el mal planeamiento en el uso de la tierra, la extracción ilegal de recursos, entre ellos el oro, y el crecimiento de la población en sus alrededores.

El *Reglamento para la evaluación y la clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales* establece como límite en el contenido de coliformes fecales en el agua para actividades recreativas de contacto primario, un valor de 1000 (NMP/100mL). Este mismo valor máximo se aplica para el riego de hortalizas y otros alimentos que se consumen crudos; mientras que para el uso en abrevaderos y actividades pecuarias el valor máximo permisible de coliformes fecales es de 2000, por mencionar algunos casos.

Se realizó un estudio sobre la contaminación microbiológica, utilizando como indicador el contenido de coliformes fecales en

1. Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: [jmora@itcr.ac.cr](mailto:jmora@itcr.ac.cr)
1. Investigador del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: [gcalvo@itcr.ac.cr](mailto:gcalvo@itcr.ac.cr)

*Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama Escherichia coli y se transmiten, normalmente, en el intestino del hombre y en el de otros animales.*

varios de los ríos en las localidades de Piedras Blancas, cerca de Chacarita, así como en Puerto Jiménez, Rincón y la bahía de Drake; estos tres últimos pertenecientes a la Península de Osa. El objetivo fue conocer la situación actual y los posibles riesgos de contaminación de estos cuerpos de agua, dado el desarrollo que se viene dando en la zona, tales como el incremento en las actividades agrícolas, industriales, mineras y turísticas. Además, en la Península no se cuenta con estudios microbiológicos efectuados previamente, excepto el estudio llevado a cabo por Jean-Batiste Livenais en la zona de Drake.

Se encontró que la mayoría de los cuerpos de agua de la península no se pueden utilizar para fines recreativos de contacto primario, la acuicultura o para el riego de cultivos que se consumen crudos, ya que sobrepasan el límite máximo permisible en su contenido de coliformes fecales que establecen los reglamentos nacionales.

### Key words

Hydro Resources, water contamination, Peninsula de Osa, microbiological analysis, fecal coliforms content.

### Abstract

The contamination of waters in Costa Rica and around the world is one of the main environmental topics because it represents an strategic resource. Water is essential not only for life preservation but for plants and animals conservation. Quality and preservation are tightly related with all economic and social activities as well as human health.

Península de Osa is well known for its extraordinary diversity in plants and animals, rarely found in such small areas. In 1975 Parque Nacional de Corcovado was created being the most important park of Costa Rica that protects one third of the Península. This exotic territory, named Península de Osa, is not immune to

environmental attacks due to fragmentation and destruction of the habitat, deforestation and misused of land, illegal extraction of resources, like gold; and the population increase around the Peninsula.

The Reglamento para la Evaluación y la Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales establish a fecal coliform limit of 1000 (NMP/100 ml) for the use of recreational waters. Same limit is established for horticulture and some other raw consumed food, but for animal watering and cattle activities, the limit is 2000.

The microbiological research based on fecal coliforms content was done in several rivers located in Piedras Blancas, a town close to Chacarita, as well as Puerto Jiménez, Rincón and Drake Bay, the last three ones belonging to Península de Osa. The target was to know the actual situation and the possible contamination risks in those rivers caused by the agricultural, industrial, mining and touristic activities. The Península de Osa lacks about microbiological studies except those investigated by Jean-Batiste Livenais in Drake Bay.

It was found that most rivers in the Península cannot be utilized for recreational purposes and neither plant and animal aquatic growings nor irrigation of raw consumed food, since the water exceeds the limit in fecal coliforms content according to the Costa Rican regulations.

### Introducción

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten, normalmente, en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden, incluso, ocasionar la muerte.

Formas patógenas de *Escherichia* y de otras bacterias (por tener forma similar

*Las causas fundamentales de la polución de las aguas continentales derivan de la actividad agrícola, el alto grado de urbanización y una actividad industrial que no cumpla con las regulaciones ambientales vigentes.*

se denominan genéricamente coliformes fecales) se transmiten, entre otras vías, a través de las excretas, y comúnmente, por la ingestión o el contacto con agua contaminada. La *Escherichia* no sobrevive mucho tiempo en agua de mar, pero otros coliformes fecales sí, por lo que suelen reportarse en conjunto y ambos conforman un indicador de la contaminación bacteriológica de los ríos y las playas (1).

Por otra parte, la contaminación de nuestro entorno está considerada como uno de los problemas más serios que afecta la salud pública. En zonas con una densidad poblacional importante como Puerto Jiménez y bahía de Drake, es probable que descargas de aguas negras sean una fuente importante de contaminación de sus zonas costeras. Usualmente, cuando esto ocurre, un gran número de bacterias patógenas y virus, como estreptococos, estafilococos, Salmonella, Shigella, Vibrio, virus de la hepatitis y la poliomielitis son descargados en el océano, representando un riesgo para la salud por la propagación de enfermedades infecciosas (2).

El contenido de bacterias del tipo de los coliformes fecales como indicador biológico de contaminación, presenta las siguientes ventajas: se considera que niveles bajos de coliformes fecales son buenos indicadores de ausencia de organismos patógenos; su evaluación es relativamente simple y directa; su concentración en aguas residuales (unos 100 millones/100 mililitros) es significativamente más alta que el contenido de patógenos fecales en las mismas aguas; no se multiplican fuera del tracto intestinal de animales de sangre caliente; además, su presencia en sistemas acuáticos es evidencia de contaminación de origen fecal (3).

El agua es un recurso natural cuya finitud y vulnerabilidad resultan de fundamental importancia, ya que sin esta no podría existir la vida en el planeta. Además, tiene un papel vital en el desarrollo de las comunidades, por lo cual es indispensable que su abastecimiento

sea seguro para que una comunidad se establezca permanentemente. El concepto de agua como un recurso natural que debe administrarse cuidadosamente es esencial a menos que se tomen medidas para un manejo racional. Las poblaciones en desarrollo y los complejos industriales tienen demandas de agua siempre crecientes.

Para satisfacer las necesidades domésticas e industriales de agua, el hombre actúa sobre el ciclo hidrológico de dos maneras: cuantitativamente, por represamiento, regulación del flujo, desvío de los cursos de agua y extracción; o cualitativamente, por descargas de aguas ya utilizadas, así como el vertido directo de contaminantes. Como consecuencia de estas acciones, cuando no ha habido estudios de planificación hídrica en forma previa, se generan conflictos de uso multisectorial en cantidad y calidad del recurso.

Actualmente, en Costa Rica, y específicamente en las zonas provinciales, no existen problemas de disponibilidad y accesibilidad hídrica. Sin embargo, dada la descompensación del Sistema Climático Global, demostrada científicamente por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), de la Convención sobre el Cambio Climático, ratificada por el Uruguay, se presentan algunas interrogantes para el futuro en varias regiones del planeta en torno a este tema.

Las causas fundamentales de la polución de las aguas continentales derivan de la actividad agrícola, el alto grado de urbanización y una actividad industrial que no cumpla con las regulaciones ambientales vigentes. Por lo tanto, en las inmediaciones de las grandes ciudades y en las áreas más industrializadas, los problemas de contaminación tienden a ser más agudos. Frecuentemente, las áreas más industrializadas son también las más densamente pobladas, factor que agrava el problema.

No se conocen estudios efectuados en la península sobre contaminación

microbiológica, excepto el efectuado por Jean-Baptiste Livenais que se limita al área correspondiente en la bahía de Drake (4). De ahí la novedad del presente estudio, el cual tuvo como objetivo conocer la situación actual y los posibles riesgos de contaminación de estos cuerpos de agua, dado el desarrollo que se viene dando en la zona, tales como el incremento en las actividades agrícolas, industriales, mineras y turísticas.

El estudio se llevó a cabo valorando la contaminación microbiológica y se utilizó como indicador el contenido de coliformes fecales en varios de los ríos en las localidades de Piedras Blancas, cerca de Chacarita, localizada a la entrada de la península; así como en Puerto Jiménez, Rincón y la bahía de Drake; estos últimos tres pertenecientes a la Península de Osa.

### Metodología

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* que regula la calidad y el uso de todos los cuerpos de agua superficiales de Costa Rica.

En el cuadro 1 se muestran los parámetros microbiológicos que forman parte de este reglamento para la determinación de la calidad de las aguas de cuerpos superficiales establecidas en Costa Rica. El cuadro 2 presenta la clasificación de

los cuerpos de agua según el uso potencial que se le puede dar al agua y el tratamiento que requiera, para hacer posible su uso en casos particulares (5). La contaminación por coliformes fecales es uno de los problemas más influyentes en el deterioro de los cuerpos de agua.

Según la clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficial, se establecen cinco categorías de usos del agua, que van desde la clase 1 hasta la clase 5. El cuadro 2 muestra un extracto de los usos que vienen en el reglamento.

En este estudio se usó el método de fermentación de tubos múltiples, conocidos como número más probable (NMP), para determinar las bacterias coliformes fecales, según el procedimiento descrito en el *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 18<sup>th</sup> Ed. 1992. PAHA-AWWA-WPCE (1).

Se muestrearon varios cuerpos de agua en la localidad de Piedras Blancas, que se encuentra cerca de Chacarita, y fuera de la península. Asimismo, se muestrearon las zonas de Rincón, Puerto Jiménez y la Bahía Drake, pertenecientes a la Península de Osa. El período cubierto en esta investigación se llevó a cabo en los meses enero a agosto del 2009. Las muestras se trasladaron en recipientes isotérmicos al laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Central Cartago, donde fueron analizadas antes de transcurrir 24 horas.

Cuadro 1. Niveles de contenido microbiológicos para la clasificación de la calidad de las aguas de cuerpos superficiales para las clases establecidas en Costa Rica.

Clasificación	Clase1	Clase2	Clase3	Clase4	Clase5
Coliformes fecales NMP/100 ml	< 20	20 a1000	1000 a 2000	2000 a 5000	> 5000

Fuente: "Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales" (2009), N.º 33903-Minae-S.

Cuadro 2. Clasificación de los cuerpos de aguas según algunos usos.

Usos	Clase1	Clase2	Clase3	Clase4	Clase5
Abastecimiento de agua para abrevadero y actividades pecuarias	Utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable con limitaciones	No utilizable
Actividades recreativas contacto primario	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Acuicultura	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Navegación	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Riego de plantas sin limitación, irrigación de hortalizas que se consumen crudas o de frutas que son ingeridas sin eliminación de la cáscara	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable

Fuente: "Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales" (2009), N.º 33903-Minae-S.

### Discusión de los resultados

En el cuadro 3 puede verse la variación en el contenido de coliformes fecales que presenta cada uno de los puntos muestreados en los meses enero a agosto del 2009. En general, se puede observar una alta variación en los datos en cada uno de los puntos de muestreo, la cual oscila entre las decenas y las varias decenas de millar. En algunos casos se muestran valores altos que invalidan la utilización de esas aguas en algunos de los usos indicados en el cuadro 2.

La figura 1 presenta los datos promedio de cada uno de los puntos muestreados por mes, como una forma de simplificación de la información obtenida y muestra la variabilidad en el contenido de los coliformes fecales (ver cuadro 4). Se puede observar en el gráfico que, en los meses de enero, febrero, marzo, junio y julio, el número promedio de bacterias de coliformes fecales por cada 100 mililitros de agua oscila entre 300 y

2500. Abril, mayo y agosto presentaron un gran incremento, mayor a las 10000 unidades de bacterias, meses con una mayor precipitación pluvial. Usualmente, los períodos con alta precipitación pluvial están asociados con el arrastre de sustancias contaminantes provenientes de actividades humanas, así como a la de excretas de animales, tanto domésticos como salvajes, que habitan en la zona. Los meses que el número de bacterias fue relativamente bajo, generalmente, está asociado a una turbiedad y a una precipitación pluvial menor (1,6).

El *Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales* establece que las aguas que se utilicen para actividades recreativas de contacto directo, como bañarse en los ríos, deben tener valores inferiores a los 1000 NMP/100 mL en su contenido de coliformes fecales. El cuadro 3 muestra que ninguno de los ríos muestreados presenta valores inferiores al valor máximo permisible en cada uno

Cuadro 3. Contenido de coliformes fecales encontrados en las muestras de aguas recolectadas entre enero y agosto del 2009.

Puntos de muestreo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Promedio
Río Piedras Blancas inicial	150	240	1500	93	2400	460	1100	11000	2118
Río Piedras Blancas final	240	23	11000	240	4600	240	460	11000	3475
Río Drake Progreso inicial	240	1100	93	460	93	460	1100	11000	1818
Río Drake Progreso final	1100	43	23	21000	2400	460	460	46000	8936
Quebrada Drake inicial	240	93	93	150	11000	460	1100	1100	1780
Quebrada Drakefinal	15000	1100	11000	93	1100	150	1100	21000	6318
Río Rincón inicial	240	75	240	1100	2100	4600	460	1100	1239
Río Rincón final	240	43	150	460	1100	4600	460	46000	6632
Río Tigre inicial	43	43	75	150	93	1500	460	1100	433
Río Tigre final	93	460	93	240	2400	4600	460	1100	1181
Quebrada Cacao inicial	1100	130	28	1100	2400	1100	460	4600	1365
Quebrada Cacao final	1100	460	11000	110000	110000	11000	4600	110000	44770
<b>PROMEDIO</b>	1648	318	2941	11257	11640	2469	1018	22083	

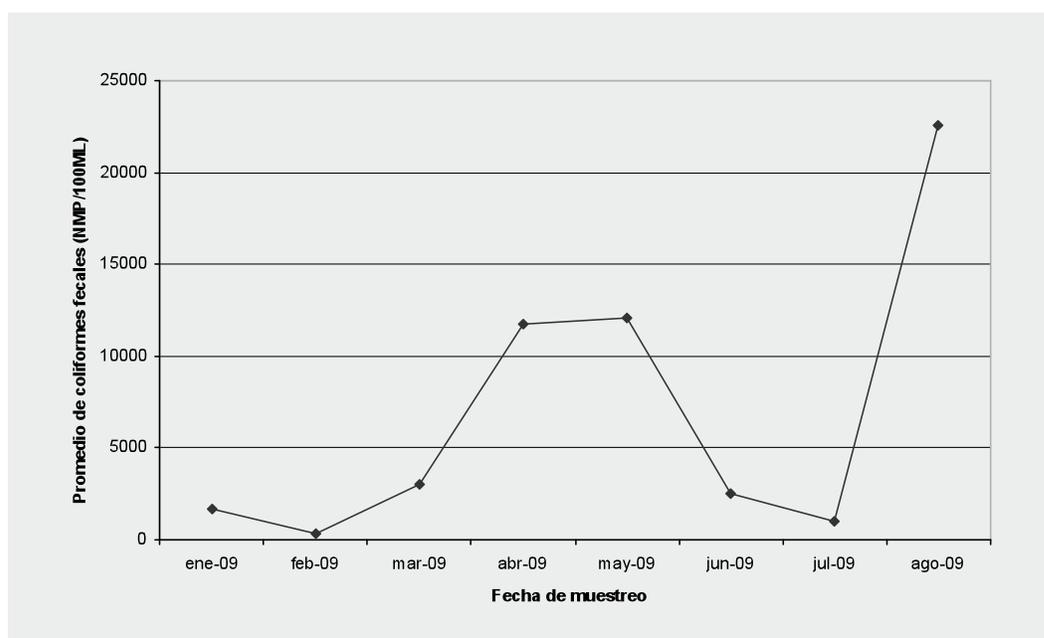


Figura 1. Comportamiento promedio de los coliformes fecales encontrados en las muestras según fecha de estudio.

*El estudio de la contaminación de coliformes fecales durante los ocho meses del muestreo en varios de los ríos situados en la Península de Osa y cerca de la localidad de Piedras Blancas representa una clara señal de alerta para proceder a la implementación de las medidas necesarias para proteger los recursos naturales, especialmente el recurso hídrico.*

de los meses muestreados, invalidando dicho uso para esos fines recreativos. Es interesante destacar que aun el río Tigre inicial, que se encuentra cerca del Parque Corcovado y que no tiene poblaciones cercanas, es apto para la natación en algún momento del año.

Igualmente, el Reglamento establece como aptas, para riego para cultivos que se consumen crudos o para acuicultura, aquellas aguas que se clasifican como clase 1 o 2 (menos de 1000 coliformes fecales/ 100 mL para la clase 2). Por lo tanto, ninguno de estos ríos clasifica para dicha actividad en algún momento de los meses muestreados.

## Conclusiones

El estudio de la contaminación de coliformes fecales durante los ocho meses del muestreo en varios de los ríos situados en la Península de Osa y cerca de la localidad de Piedras Blancas representa una clara señal de alerta para proceder a la implementación de las medidas necesarias para proteger los recursos naturales, especialmente el recurso hídrico.

Por otra parte, es necesario que distintas entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, empiecen a formular programas de recuperación y protección en las microcuencas de la región.

El nivel de coliformes fecales en los ríos son indicadores de contaminación, cuyo contenido inhabilita el uso de algunos ríos en cierto tipo de actividades. Por tanto, es vital empezar a informar a la población sobre la situación actual de la contaminación de los ríos y los cuidados que se deben tener con ríos contaminados con coliformes fecales.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), y en especial a la Vicerrectoría

de Investigación y Extensión (VIE) por el apoyo, tanto financiero como administrativo. También, a la Fundación Neotrópica por el apoyo logístico brindado en este proyecto durante la realización de las giras para los muestreos. Además, agradecemos al Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) y al Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) por su gran respaldo al proyecto.

## Bibliografía

- Chaves A., Mora J., y otros (2002): Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales, *Tecnología en Marcha*, Vol. 15-2, pp. 29-35.
- Cortés-Lara, María del C. (2003). "Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit". *Revista Biomed.* 14:121-123.
- Delgadillo-Hinojosa F, Orozco-Borbón MV. (1987): Bacterias Patógenas en sedimento de la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*; 13: 31-38.
- Livenais, J.B. 2009. *Caracterización de las Fuentes de contaminación de las aguas litorales de la Playa Colorada, Bahía de Drake, Península de Osa, Costa Rica*. Tesis de grado de maestría. Programa de Estudios en gestión integrada de áreas costeras tropicales. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Shehane S.D., *ét ál.* (2005): The influence of rainfall on the incidence of microbial faecal indicators and the dominant sources of faecal pollution in a Florida river. *Journal of Applied Microbiology*, pp. 1127-1136.
- Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales* (2009). N.º 33903-Minae-S.
- Wong Chang, I; Barrera-Escorcia, G. (1996) "Implicaciones ecológicas de la contaminación microbiológica en la zona costero-marina". En: Botello AV, Rojas-Galaviz JL, Benítez JA, Zárate-Lomelí D, editores. *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica; pp.369-376.