

Recibido: 04 / 01 / 2007, aceptado en versión final: 19 / 05 / 2007

## Enterococcus y Escherichia coli como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima

Enterococcus and Escherichia coli Like indicators of fecal pollution in coastal beaches of Lima

**Germán Vergaray\*, Carmen R. Méndez\*, Hilda Y. Morante\*, Vidalina I. Heredia\*, Vilma R. Béjar\*\***

### RESUMEN

En los meses de julio (invierno) del 2005 y enero (verano) del 2006 se realizó el estudio microbiológico del agua de 8 playas de recreación veraniega de la costa de Lima con la finalidad de evaluar la utilidad de *Escherichia coli* y *Enterococcus* como indicadores de contaminación fecal. En cada mes se hicieron 5 series de muestreos. Se utilizó como indicadores de contaminación fecal a Coliformes totales (CT) 5,000 NMP/100mL, Coliformes fecales (CF) 1,000 NMP/100mL de acuerdo a la Norma Peruana y también a *Escherichia coli* (EC) 100 NMP/100mL y *Enterococcus* (E) 35 NMP/100mL. Los resultados de los análisis realizados en enero califican al agua de 3 playas como inaceptable para el baño, de acuerdo a la Norma Peruana; pero si se utiliza como indicador a EC y E las 8 playas serían calificadas como inaceptables. Los resultados de julio demuestran que el agua de las 8 playas era aceptable, de acuerdo a la Norma Peruana, pero si se utiliza como indicadores a EC y E, 2 playas serían calificadas como inaceptables. Si tomamos en consideración que EC y E tienen mayor correlación con enfermedades gastrointestinales que CT y CF, podemos afirmar que EC y E son buenos indicadores de contaminación fecal para aguas recreacionales de contacto primario y deberían ser tomados en consideración en una próxima revisión de la Norma Peruana.

**Palabras clave:** Indicadores, Contaminación fecal, Playas, *Escherichia coli*, *Enterococcus*.

### ABSTRACT

In July (winter) of 2005 and January (summer) of 2006 there was realized the microbiological study of the water of 8 beaches of summery recreation of the coast of Lima by the purpose of evaluating the usefulness of *Escherichia coli* and *Enterococcus* like indicators of fecal pollution. In every month 5 series of samplings were done. They used like indicators of fecal pollution total Coliforms (CT) 5,000 NMP/100mL, fecal Coliforms (CF) 1,000 NMP/100mL according to the Peruvian Norm and also to *Escherichia coli* (EC) 100 NMP/100mL and *Enterococcus* (E) 35 NMP/100mL. The results of the analyses realized in January qualify to the water of 3 beaches like unacceptable for the bath, according to the Peruvian Norm; but it is used as indicator EC and E, 8 beaches would be considered to be like unacceptable. The results of July demonstrate that the water of 8 beaches was acceptable, according to the Peruvian Norm, but it is used like indicators EC and E, 2 beaches would be considered like unacceptable. If we take in consideration that EC and E have major correlation with gastrointestinal diseases than CT and CF; we might affirm that EC and E are good indicators of fecal pollution for recreational waters of primary contact and they should be taken in consideration in a next review of the Peruvian Norm.

**Keywords:** Indicators, Fecal pollution, Beaches, *Escherichia coli*, *Enterococcus*.

\* Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos, Aguas y Ambientes. Facultad de Ciencias Biológicas-UNMSM.  
E-mail: gvergarayu@unmsm.edu.pe

\*\* Instituto de Medicina Tropical D. A. Carrión. Facultad de Medicina Humana-UNMSM.

## I. INTRODUCCIÓN

Las playas costeras de recreación veraniega son zonas de esparcimiento muy concurridas en los meses de verano y las actividades acuáticas brindan beneficios importantes para la recreación, salud y bienestar de las personas. No sólo benefician a los lugareños, también atraen a numerosos turistas cuyos desembolsos favorecen a las economías locales. Sin embargo, el baño en el agua de mar puede representar riesgos para la salud de los usuarios, debido a que las aguas pueden estar contaminadas con excretas humanas; las cuales pueden contener agentes patógenos causantes de infección, enfermedad y muerte (Fleisher, 1985; Pruss, 1998; PAHO, 2003).

La contaminación de playas en América Latina y el Caribe, causadas por descargas sin control de desagües domésticos no tratados, constituye un problema serio de salud para la población (Galv, 2003); en algunos casos son problemas permanentes de algunas playas como las de Lima, y en otros son consecuencia de circunstancias excepcionales como el colapso del sistema de tuberías de desagüe que contaminó las playas de Río de Janeiro-Brasil en el 2003.

Se debe considerar que hay tres fuentes principales de contaminación fecal humana del agua de mar de uso recreacional: desagües domésticos, descargas de ríos y otros cursos de agua, y directamente del bañista.

Para evaluar la calidad microbiana del agua de mar, existen guías y normas de calidad que utilizan microorganismos indicadores, los cuales indirectamente sugieren la presencia potencial de microorganismos patógenos (Cortés-Lara, 2003); una guía es la concentración máxima sugerida del indicador, que está asociada con riesgos inaceptables para la salud. Una norma es una guía establecida por ley (Salas, 1989).

El cumplimiento de la norma debe reducir en forma significativa el riesgo de contraer enfermedades infectocontagiosas; sin embargo, si la norma no es adecuada, su aplicación no logrará el objetivo previsto.

Los indicadores de contaminación fecal más utilizados en los diferentes países son los Coliformes totales (CT) y los Coliformes fecales (CF). Sin embargo, numerosos estudios revelan que no existe relación significativa entre estos indicadores, sus cuantificaciones y las enfermedades relacionadas con el baño en agua de mar (US EPA, 1986; Salas, 1989).

La Organización Mundial de la Salud (WHO, 1977) recomienda utilizar como indicadores de contaminación fecal para aguas costeras a *Escherichia coli* y *Streptococcus fecales*, debido a que *Escherichia coli* es uno de los indicadores más sensibles del grado de contaminación en las cercanías de los desagües ya que los *Streptococcus fecales* sobreviven más

tiempo en agua de mar que los Coliformes, fecales simulando mejor las características de sobrevivencia de Rotavirus, el cual es uno de los agentes etiológicos de gastroenteritis de mayor prevalencia (Borrego *et al.*, 1982). Sánchez *et al.* (1986) reportaron que hay mayor relación entre *Streptococcus fecales* y *Salmonella* que entre Coliformes fecales y *Salmonella*. Cabelli (1984) demostró que existe relación entre la frecuencia de trastornos digestivos asociados con la natación y la concentración media de enterococos en agua de mar.

Herrera y Suárez (2005) observaron que los Coliformes fecales y los Enterococos son los indicadores más apropiados para determinar la presencia de contaminación de origen fecal en el cuerpo de agua. Fujioka *et al.* (1999) sostienen que *E. coli* y Enterococos son ubicuos y pueden persistir por largos periodos de tiempo en agua y suelos tropicales y subtropicales.

Las bacterias del género *Enterococcus* se encuentran en el intestino del ser humano y animales, previamente fueron clasificadas como *Streptococcus* del Grupo D y consideradas como subgrupo de *Streptococcus fecales*. Debemos destacar como características importantes de este género que crecen en un rango de temperatura de 10 a 45 °C y en cloruro de sodio al 6,5%.

La Norma Peruana sobre calidad microbiana para agua de mar de contacto primario establece como límite de aceptabilidad 5,000 NMP/100mL Coliformes totales ó 1,000 NMP/100mL Coliformes fecales como valor máximo en 80% de 5 ó más muestras mensuales (Decreto Supremo, 1983); esta norma carece de estudios epidemiológicos previos y en cuanto se refiere a Coliformes fecales su límite es 5 veces mayor que el vigente en Estados Unidos de Norteamérica hasta 1986, cuando fue modificado por ser considerado de alto nivel de riesgo (US EPA, 1984). Por ello consideramos que la norma peruana no es adecuada y es necesario revisarla y mejorarla para disminuir el riesgo de contraer enfermedades infectocontagiosas gastrointestinales por el baño en playas costeras.

El objetivo del presente estudio es evaluar la utilidad de *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de recreación veraniega, utilizando como límite de *Enterococcus* el que se aplica en Estados Unidos de Norteamérica (US EPA, 1986) y de *Escherichia coli* el que se aplica en Francia (Salas, 1989).

## II. METODOLOGÍA

En los meses de julio (invierno) del 2005 y enero (verano) del 2006 se hizo la evaluación microbiológica del agua de mar de 8 playas de recreación veraniega del litoral de Lima: Agua Dulce, Pescadores, La

Herradura, El Silencio, Caballeros, Punta Hermosa Norte, San Bartolo Norte y Naplo (Anexo Fig. 1).

Previamente se hizo un estudio de 51 playas del litoral Limeño entre Ancón y Pucusana. Se seleccionó las playas que cumplían con los requisitos siguientes: descarga de desagües domésticos locales en las cercanías de las zonas de baño, afluencia masiva de público en verano, cercanía a viviendas y/o restaurantes, y presencia de coliformes fecales en el agua marina.

En cada mes se hizo 5 series de muestreos, la recolección de la muestra se realizó entre 10 y 50 metros de la línea de mareas dependiendo de la profundidad y a 30 cm de la superficie. Las muestras se transportaron en recipientes refrigerados y en oscuridad, se procesaron en un lapso no mayor de 4 horas. Como indicadores de contaminación fecal se utilizaron Coliformes totales 5,000 NMP/100mL, Coliformes fecales 1,000 NMP/100mL de acuerdo a la norma peruana y también *Escherichia coli* 100 NMP/100mL y *Enterococcus* 35 NMP/100mL. Los análisis microbiológicos se efectuaron empleando la técnica de tubos múltiples recomendada en Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1998). Para la confirmación de *Enterococcus* se empleó el agar m *Enterococcus* y 5 pruebas bioquímicas: crecimiento en caldo BHI a 10° C, 45 °C, Bilis al 40%, cloruro de sodio al 6.5% y catalasa; y para *E. coli* se utilizaron las pruebas de identificación de organismos Coliformes: IMViC de ICMSF (2000). El resultado de cada playa es la media geométrica de 5 series de muestreos durante un mes.

### III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la evaluación microbiana del agua de 8 playas del litoral limeño, realizada en el mes de enero (verano) del 2006, los resultados demostraron que el agua de 3 playas: Pescadores, Caballeros y Naplo, superó el límite de 1,000 NMP/100mL Coliformes fecales y que el agua de 8 playas superó el límite de 100 NMP/100mL *Escherichia coli* y/o 35 NMP/100mL *Enterococcus* (Tabla N.º 1). En la evaluación que se hizo en el mes de julio (invierno) del 2005, el agua de las 8 playas no superó los 5,000 NMP/100mL Coliformes totales, ni los 1,000 NMP/100mL Coliformes fecales; pero en dos, Pescadores y Naplo, superó el límite de 100 NMP/100mL *Escherichia coli* y/o 35 NMP/100mL *Enterococcus* (Tabla N.º 2). Si comparamos los resultados de los análisis microbiológicos del agua de mar de las 8 playas efectuadas en los meses de julio (invierno) del 2005 y enero (verano) del 2006, podemos observar que la contaminación microbiana de origen fecal se elevó en forma significativa en verano, observación similar fue hecha por Pérez Guzzi *et al.* (2006) en Mar del Plata, ello posiblemente se debió al aumento notable de los usuarios y de la población que habita en las cercanías de la playa, lo cual trajo como consecuencia mayor población que defeca y mayor volumen de desagüe doméstico que va a descargar en la zona playera; el mayor volumen disminuye el impacto negativo del mar contra los microorganismos.

En la evaluación que se hizo en el mes de enero se demostró que el agua de todas las playas tenían CT

Figura N° 1. Mapa de ubicación de las Playas estudiadas en la costa de Lima-Perú.

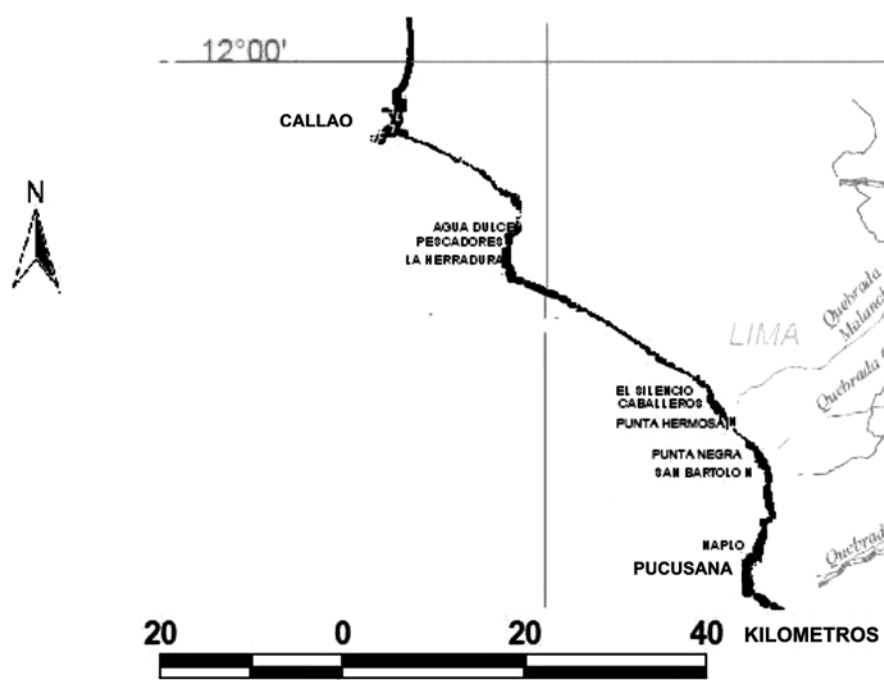


Tabla N.º 1. Evaluación microbiológica del agua de playas del litoral de Lima, verano 2006\*

Playa	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	<i>Escherichia coli</i> NMP/100mL	<i>Enterococcus</i> NMP/100mL
Agua Dulce Sur	1,624,81	513,80	91,30	45,58
Pescadores	2,249,40	1,050,71	189,73	36,50
La Herradura	1,424,80	462,67	68,46	112,10
El Silencio	379,47	167,35	109,95	46,48
Caballeros	4,447,50	1,897,30	177,80	109,10
Punta Hermosa Norte	1,041,40	675,27	118,30	24,56
San Bartolo Norte	388,40	277,40	142,48	7,94
Naplo	2,349,00	1,777,50	427,70	136,40

\* Media geométrica de 5 series de muestreos.

Tabla N.º 2. Evaluación microbiológica del agua de playas del litoral de Lima, invierno 2005\*

Playa	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	<i>Escherichia coli</i> NMP/100mL	<i>Enterococcus</i> NMP/100mL
Agua Dulce Sur	472,44	444,75	36,50	5,29
Pescadores	711,34	711,34	143,90	11,62
La Herradura	608,77	513,80	13,70	6,85
El Silencio	4,27	2,11	Ausente	Ausente
Caballeros	6,84	4,38	2,47	1,82
Punta Hermosa Norte	3,21	1,58	Ausente	2,11
San Bartolo Norte	45,58	23,32	10,50	2,08
Naplo	697,00	462,67	24,50	72,80

\* Media geométrica de 5 series de muestreos. Ausente = < 2

y CF y que en tres de ellas, Pescadores, Caballeros y Naplo, superaba el límite permisible de la Norma Peruana. Pero si se utilizan como indicadores a *Enterococcus* y *Escherichia coli*, el agua de las 8 playas supera los límites permisibles y debería ser considerada como inapta para el baño recreacional.

Utilizando como indicador sólo a *Escherichia coli*, 6 playas superan el límite permisible, ratificando la inaceptabilidad de las 3 que superan el límite de la norma peruana. Utilizando sólo a *Enterococcus*, 6 playas superan el límite permisible; también se ratifica la inaceptabilidad de las 3.

Las playas Punta Hermosa y San Bartolo son inaceptables si se utiliza como indicador sólo a *E. coli* y las de Agua Dulce y La Herradura si se utiliza sólo a *Enterococcus*. Por lo tanto, si se utilizan como indicadores a *E. coli* y *Enterococcus* se puede calificar a las 8 playas en las cuales previamente se

demonstró: descarga de desagües domésticos en las cercanías, afluencia masiva de público y presencia de coliformes fecales; como inaceptables para el baño recreacional.

En la evaluación que se hizo en el mes de julio se demostró que el agua de las 8 playas tenían CT y CF, pero que era aceptable para el baño recreacional de acuerdo a la Norma Peruana. Pero si se utilizan como indicadores a *Escherichia coli* y *Enterococcus*, el agua de 2 playas, Pescadores y Naplo, supera el límite permisible. En Pescadores hay población permanente de comerciantes de alimentos y de pescadores; además desagüe doméstico local que explicaría el elevado número de *E. coli* (WHO, 1977). En Naplo hay influencia de la población permanente de Pucusana (distrito aledaño), uno de cuyos desagües va a descargar cerca a Naplo; ello explicaría el elevado número de *Enterococcus* (Borrego *et al.*, 1982).

## CONCLUSIONES

Aplicando la norma peruana, las 8 playas evaluadas en el mes de julio (invierno) son aceptables para el baño; pero si se utiliza como indicadores a *E. coli* y *Enterococcus*, 2 son inaceptables. En el mes de enero (verano), aplicando la Norma Peruana, 3 son inaceptables; pero si se utiliza como indicadores a *E. coli* y *Enterococcus*, las 8 son inaceptables. El estudio higiénico-sanitario reveló que había descarga de desechos domésticos locales en las proximidades de la zona de baño de las 8 playas y que la población cercana aumentó notablemente en los meses de verano. Se demostró que *E. coli* y *Enterococcus* son indicadores eficaces de contaminación fecal en playas costeras de recreación veraniega.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association (1998). *Standards Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20<sup>th</sup> edition. APHA,
- AWWA, WEF. Washington D.C. 20005. USA.
- Borrego, J.; F. Arrabal and P. Romero (1982). "Study of Microbiological Pollution of a Malaga Litoral Area: II Relationship between Faecal coliforms and Faecal Streptococci". *VI Journées Etud Pollutions, Cannes C.I.E.S.M.*
- Cabelli, J. (1984). *Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters*. Washington, D.C. US Environmental Protection Agency, 98 p. EPA600/1-80-031.
- Cortés-lara M. del C. (2003). "Importancia de los Coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de banderas Jalisco-Nayarit". *Rev. Biomed.* 14: 121-123.
- Decreto Supremo N° 007-83-SA. (1983). Modificaciones de los artículos 81 y 82 del Reglamento de Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas, D.L. 17752. Perú.
- Fleisher, J. M. (1985). "Implications of Coliform variability in the assessment of Sanitary quality of recreational waters". *J. Hyg.* 94: 193-200.
- Fujioka, R.; C. Sian-Denton; M. Borja; J. Castro and K. Morphew (1999). Soil: the environmental source of *Escherichia coli* and enterococci in Guam's streams. *J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl.* 85: 83S- 89S.
- Galv, L. (2003). "A Water Pollution crisis in the Americas". *Habitat Debate* 9 (3): 10.
- Herrera, A y P. Suárez (2005). "Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera". *INCI*, 30 (3): 171- 176.
- ICMSF (2000). *Microorganismos de los alimentos*. Volumen 1. Su significado y métodos de enumeración. Segunda edición. Editorial Acribia S.A., Zaragoza
- Pan American Health Organization (PAHO) (2003). Promoting the Healthy, safe use of recreational waters. *Rev. Panam. Salud Pública.* 14(5): 364-9.
- Pérez Guzzi, J.; A. Zamora; A. Folabella; F. Isla y A. Escalante (2006). "Situación Sanitaria de la Zona Balnearia de la ciudad de Mar del Plata". 1° Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento integral del agua, Argentina.
- Pruss, A. (1998). "Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water". *Int. Epidemiol. Assoc.* 27: 1-9.
- Salas, H. (1989). "Calidad del agua en el medio marino. Historia y Aplicación de Normas microbiológicas". *Bol. Of. Sanit. Panam.* 107(3): 226- 237.
- Sánchez, S.; C. Agudo; G. Castro; N. Alves and T. Martins. (1986). "Evaluation of the Sanitary Quality of Marine Recreational waters and sands from Beaches of the Sao Paulo State, Brazil". *Water Sci. Technol.* 18(10): 61-72.
- United States Environmental Protection Agency (1986). Ambient water quality criteria availability. Fed. Regist 51 (45): 8012.
- United States Environmental Protection Agency (1984). Water quality criteria. Request for Comments. Fed. Regist 49 (102).
- World Health Organization (1977). *Health Criteria and Epidemiological Studies related to Coastal Water Pollution*. Athens, 1-4 March. 1-32.