

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION PRESENTE EN LOS ARROYOS LA TIGRA Y LA CAROLINA Y SU INCIDENCIA EN LA PLAYA ADYACENTE EN MAR DEL SUD. GRAL. ALVARADO. PROV. DE BUENOS AIRES. ARGENTINA.

CAMPINS MACARENA¹, RAMPI MARIANA G¹, DEL RIO JULIO L² Y ZAMORA ÁNGELA S¹

1: Laboratorio de Análisis Industriales
Unidad Académica. Mar del Plata
Universidad Tecnológica Nacional
Buque Pesquero Dorrego 281, 7600 Mar del Plata
macarenacampins@gmail.com

2: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad Nacional de Mar del Plata
Funes 3350. 7600. Mar del Plata

Resumen. *El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad microbiológica ambiental de los arroyos: La Carolina y La Tigra que desembocan al norte y Sur de la playa Boulevard en la localidad de Mar del Sur, Partido de General Alvarado, Prov. de Buenos Aires. Se realizaron los muestreos durante los periodos estivales de febrero de 2010 a enero de 2013. Los parámetros de estudios fueron: Recuento de coliformes fecales o termotolerantes (CTt), E.coli y enterococos fecales (EF). Los resultados de las medias geométricas determinan que ambos arroyos son fuentes puntuales de contaminación, aunque, probablemente esta contaminación no tenga incidencia alta en los registros de la Playa, debido a que son playas con renovación de agua, sin escolleras. Con respecto al origen de la contaminación en aguas dulces, se observa que el arroyo La Tigra presenta mayor diferencia entre los valores de CTt y de E. coli con respecto al arroyo La Carolina, y que los valores de EF son levemente superiores en dicho arroyo. En la playa receptora de estos dos sitios puntuales de contaminación, son más altos los valores de EF en comparación con los de CTt y E. coli, esto puede deberse a una contaminación tardía o adaptación al medio ambiente.*

Palabras clave: contaminación, aguas superficiales, coliformes, enterococos fecales.

1. INTRODUCCION

En su mayoría los desechos humanos que se producen en la tierra, especialmente por la actividad antrópica son vertidos al medio acuático más cercano [1]. La producción agropecuaria utiliza el 70% de los recursos hídricos superficiales. Una parte de esa agua es consumida por la ganadería, principalmente en forma de bebida animal. Existe un importante riesgo de contaminación biológica del agua asociada a dicha actividad, debido a que los patógenos eliminados a través de las deyecciones y orinas animales pueden ser transportados a las vías de agua, a través del escurrimiento superficial [2].

La selección de un organismo indicador tiene importantes consecuencias tanto para el manejo

ambiental de las aguas superficiales, como para la determinación de la calidad del recurso. Los coliformes fecales y enterococos son organismos indicadores utilizados en todo el mundo para controlar la calidad del agua. Estas bacterias se utilizan en los estudios de seguimiento de fuente microbiana, que intentan evaluar la contribución de diversas especies huésped a la contaminación fecal en agua, idealmente, todas las cepas de un organismo indicador experimentarían igual persistencia (mantenimiento de poblaciones cultivables) en agua. Sin embargo, algunas cepas pueden tener persistencia relativamente prolongada fuera del huésped, mientras que otras sobreviven por períodos cortos en aguas ambientales. [3, 4, 5, 6 y 7].

Entre los distintos efectos adversos en el medio ambiente acuático para los microorganismos podemos citar la capacidad de la luz solar para inactivar microorganismos en aguas superficiales naturales [8, 9, 10]. La exposición al sol se considera que es la causa más importante de "desinfección natural" en entornos de agua de superficie [11] y además la acción de la luz solar dentro de un mismo género es menor con las cepas indígenas [12]. Con respecto a la salinidad Gabutti y col [13], demostraron que los coliformes son más sensibles que los estreptococos fecales.

Enterococos es un mejor indicador bacteriológico para aguas marinas o salobres, ya que son más resistentes a las condiciones de estas aguas, a su temperatura, y tienen mejor relación con las enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas [14, 15, 16, 17 y 18].

Varios autores como OMS [15], proponen a la relación de Geldreich [19 y 20], entre coliformes fecales/estreptococos fecales como indicador de contaminación reciente o contaminación antigua, dada la mayor resistencia en el agua marina de los estreptococos fecales, con respecto a coliformes fecales.

Al atravesar vastas zonas de actividad agrícola ganadera y posteriormente la localidad de Mar del Sud, tanto el arroyo la Tigra como el arroyo La Carolina sufren cambios importantes en su calidad al recibir aportes de diferente naturaleza. En este sentido, uno de los principales objetivos de la limnología aplicada al saneamiento es conocer la naturaleza del efecto causado por el vertido de desechos sobre los ecosistemas, con el objeto de establecer condiciones tendientes a salvaguardar la salud humana y animal, así como también a conocer la dinámica del proceso de autodepuración [21].

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la contaminación ambiental, utilizando como indicadores a los, Coliformes fecales o coliformes termotolerantes (CTt), *Escherichia coli* y Enterococos fecales (EF), antiguamente llamados estreptococos fecales, en ambos arroyos y su importancia como sitios puntuales de contaminación en la playa adyacente.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en la localidad de Mar del Sud, distante 17 km al sur de la ciudad de Miramar, cabecera del partido de Gral. Alvarado, de la prov. de Bs. As.

Mar del Sud tiene una población estable de 453 habitantes, según el censo de 2010, la cual se incrementa durante el periodo estival.

Para el presente trabajo se seleccionaron tres estaciones de muestreo correspondiendo a dos arroyos y una playa. Los arroyos son La Carolina (Gráfico N° 1) y La Tigra (Gráfico N° 2),

que se ubican al norte y sur respectivamente de la localidad de Mar del Sud. La Playa (Gráfico N° 3) se encuentra, comprendida entre estos dos arroyos, en la prolongación de la avenida 100, la cual es la arteria principal de esta localidad.

La Tigra tiene un recorrido aproximado 24 km desde su nacimiento hasta la desembocadura en el mar, mientras que La Carolina recorre 31 km. Ambos arroyos antes de Mar del Sud recorren una amplia zona de actividad agropecuaria.



Gráfico N° 1 Arroyo La Carolina



Gráfico N° 2 Playa



Gráfico N° 3 Arroyo La tigre

Los arroyos fueron muestreados en su desembocadura al mar, mientras que la playa, antes de rompa la ola, los muestreos se realizaron, durante los meses de diciembre, enero y febrero, generalmente los días lunes a las 15 horas, durante el periodo de febrero de 2010 a enero de 2013. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Análisis Industriales,

refrigeradas y fueron procesadas dentro de las 24 h de extracción. En el mapa (Gráfico N° 4) se ubicaron los tres sitios de muestreo.

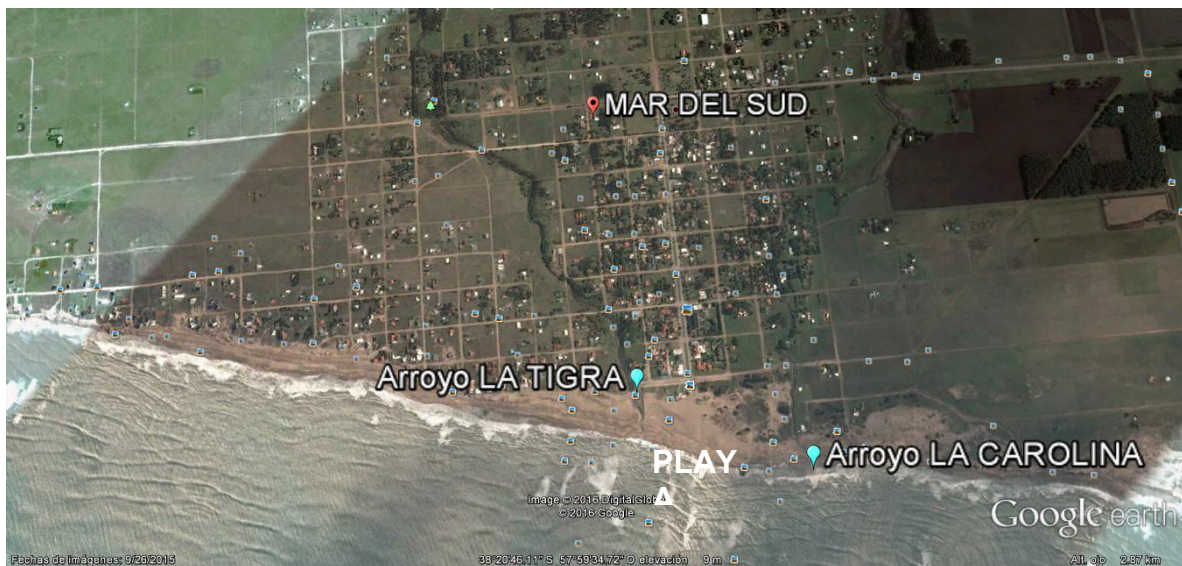


Gráfico N° 4 mapa de la localidad de Mar del Sud, señalando los arroyos y Playa

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para medir la calidad ambiental en relación con los riesgos sanitarios se utilizaron los siguientes indicadores de contaminación fecal: CTt, *Escherichia coli* y EF. Los análisis bacteriológicos se realizaron empleando el método de los tubos múltiples, según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [22] y pruebas bioquímicas.

Para la confirmación de EF se utilizó el caldo EVA (Biokar diagnostic) y aquellos que desarrollaron un botón característico celeste se confirmaron por microscopia.

El cálculo de CTt/EF en base a los estudios de Geldreich [19], determina que la contaminación es de origen humano, si el valor resulta > 4 y de origen animal si es $< 0,7$, de acuerdo a la interpretación de la OMS, 2001, el cálculo de CTt/EF puede utilizarse como indicador, en aguas de mar de contaminación reciente (> 4) y de contaminación antigua ($< 0,7$) y contaminación no definida entre < 4 y $> 0,7$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valores del arroyo La Carolina

Se analizaron las muestras del arroyo La Carolina, cuyos valores más altos fueron para CTt de 70×10^4 NMP/100ml y para *E. coli* de 70×10^4 NMP/100ml correspondiendo al muestreo del día 19/12/2011. Mientras que el valor más elevado de EF el mayor fue de 50×10^3 NMP/100ml. Siendo los valores menores para CTt y *E. coli* de < 2 NMP/100ml, el 13 de febrero de 2012, mientras que para EF fue de 24×10^2 NMP/100ml, en el muestreo del 23 de febrero de 2010 (Gráfico N° 5).

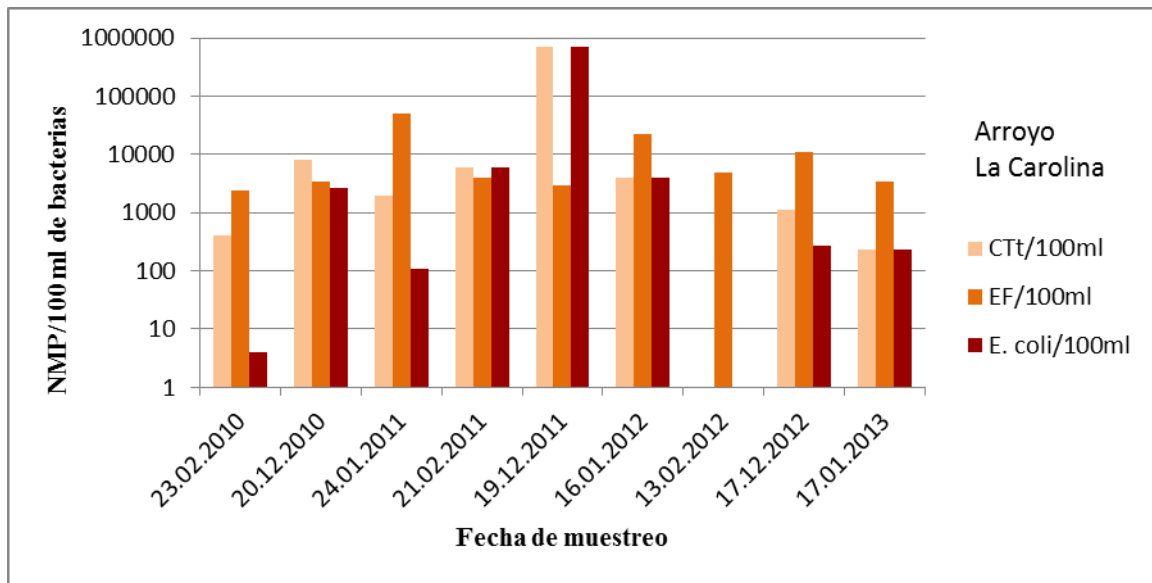


Gráfico N° 5. Valores de CTt, *E. coli* y EF en los muestreos del Arroyo La Carolina

4.2. Valores del arroyo La Tigra

En el gráfico N° 6 se representan los valores para CTt, *E. coli* y EF obtenidos en cada muestreo.

Los resultados más altos del arroyo para los CTt y *E. coli* se obtuvieron el día 20 de diciembre de 2010, siendo 24×10^5 NMP/100ml. En cambio el día 24 de febrero de 2011 se registró para EF 33×10^4 NMP/100ml. Los valores más bajos para CTt y *E. coli* fueron de < 2 NMP/100ml y para EF de 17×10 NMP/100 el día 13 de febrero del 2012. También en el muestreo del 23 de febrero del 2010 se registró para *E. coli* un valor de < 2 NMP/100 ml, mientras que para EF fue de 17×10 NMP/100 ml (ver gráfico N° 6).

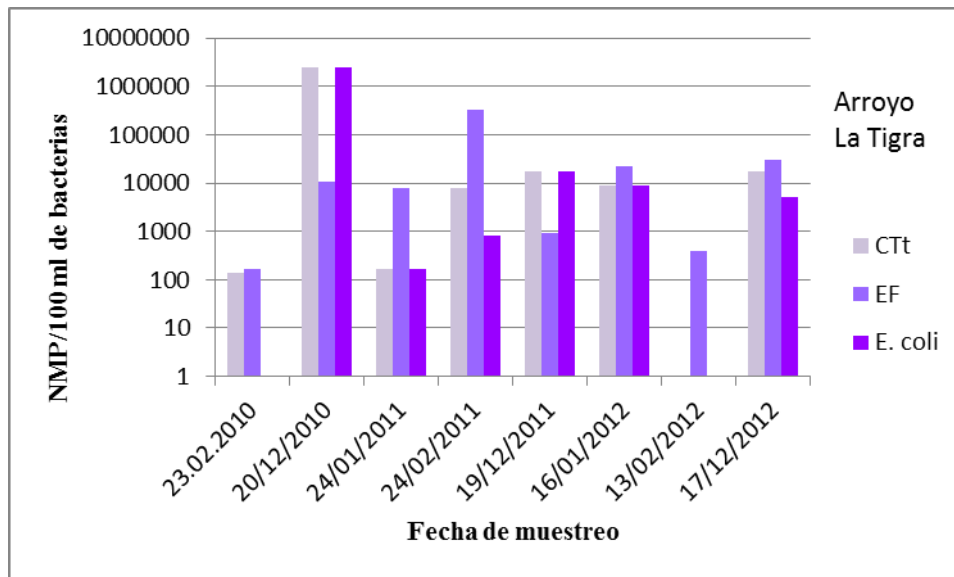


Gráfico N° 6. Valores de CTt, *E. coli* y EF en los muestreos del Arroyo La Tigra

4.3. Valores de la Playa

Los valores más altos de CTt y *E. coli* fueron de 27 NMP/100 ml el 24 de enero de 2011, mientras que el más alto de EF fue de 50×10^2 NMP/100 ml, el 16 de enero de 2012. Con respecto a los registros más bajos, de < 2 NMP/100ml, de CTt, *E. coli* y EF se obtuvieron el 13 de febrero de 2012. Iguales resultados se hallaron para CTt y *E. coli* en los muestreos del mes febrero 2011 y de diciembre 2011 (Gráfico N° 7).

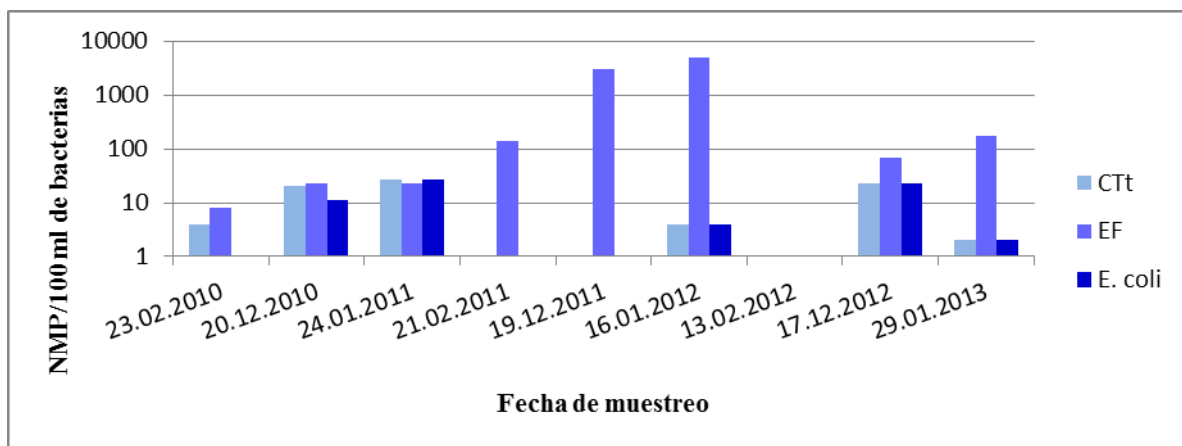


Gráfico N° 7. Valores de CTt, *E. coli* y EF en los muestreos de la Playa

4.4. Medias geométricas para los valores de los Arroyos y la Playa

En la tabla N° 1 se registran los valores de las medias geométricas para el periodo estival comprendido entre febrero 2010 y enero 2013 en los arroyos La Carolina y La Tigra y la Playa.

| Muestreo | CTt | EF | <i>E. coli</i> | CF/EF |
|-------------|--------|--------|----------------|-------|
| La Carolina | 1444,2 | 6479,9 | 473,4 | 0,23 |
| La tigra | 6648,3 | 5275,9 | 953,1 | 1,26 |
| Playa | 4,2 | 77,9 | 3,4 | 0,05 |

Tabla N° 1. Medias geométricas para los Arroyos y la Playa en el periodo estival de febrero 2010 a enero 2013

En el gráfico N° 8 se representan los valores para las medias geométricas en los sitios seleccionados, durante todo el periodo de estudio. Se observa que tanto el arroyo La Tigra como La Carolina son fuentes puntuales de contaminación y probablemente no tienen incidencia más alta en los registros de la Playa, debido a que son playas con renovación de agua, ya que carecen de escolleras.

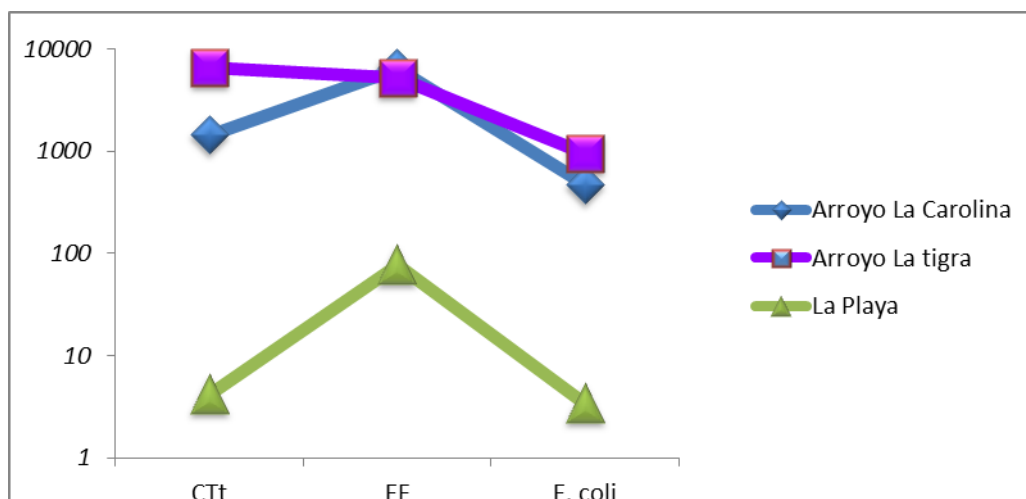


Gráfico N° 8. Medias geométricas durante el periodo de estudio en los Arroyos y la Playa

Con respecto al origen de la contaminación en aguas dulces, se observa que el arroyo La Tigra presenta mayor diferencia entre los valores de CTt y de *E. coli* con respecto al arroyo La Carolina. Mientras que los valores EF son levemente superiores en el Arroyo La Carolina respecto al otro arroyo.

En la playa receptora de estos dos sitios puntuales de contaminación son más altos los valores de EF, con respecto a CTt y *E. coli*, coincidiendo con otros trabajos que indican una mayor supervivencia de los EF en aguas marinas [4, 13, 23 y 24].

Los valores de las medias geométricas obtenidas de los sitios de muestreo de los arroyos fueron altos, coincidiendo con Garrido [25] en relación a que las mayores concentraciones se

encuentran en los alrededores de la desembocadura de los ríos. Sin embargo debido a la característica de la playa, los valores obtenidos en dicho punto de muestreo resultaron bajos. Lo mencionado anteriormente no coincide con lo expuesto por Garrido [25] donde los valores son altos y las playas presentan baja renovación del agua.

4.5. Valores de la relación CTt/EF en La Carolina, La Tigra y la Playa

En la tabla N° 2 se detallan los valores de CTt/EF para los arroyos y la playa.

El arroyo La Carolina presenta un solo valor mayor de 4 en el mes de diciembre 2011, La Tigra registra dos valores mayores de 4, en diciembre de 2010 y en diciembre 2011, estos tres valores se relacionan con un origen humano según la clasificación de Geldreich [19], y con respecto a las directrices de la OMS [15] con una contaminación humana reciente. Por otra parte los meses de diciembre, no coinciden con los meses de mayor afluencia turística como enero y febrero.

| Muestreo | La Carolina | La Tigra | Playa |
|------------|-------------|----------|--------|
| 23.02.2010 | 0,2 | 0,8 | 0,5 |
| 20.12.2010 | 2,4 | 218,2 | 0,9 |
| 24.01.2011 | 0,04 | 0,02 | 1,2 |
| 21.02.2011 | 1,5 | 0,02 | 0,007 |
| 19.12.2011 | 233,3 | 18,9 | 0,0003 |
| 16.01.2012 | 0,2 | 0,4 | 0,0008 |
| 13.02.2012 | 0,0002 | 0,003 | 1 |
| 17.12.2012 | 0,1 | 0,6 | 0,3 |
| 17.01.2013 | 0,07 | 1 | 0,01 |

Tabla N 2. Valores de CTt/EF en los arroyos y la playa

Estos resultados presentan controversias al igual que lo observado sobre el uso de la relación entre los CTt/EF, como un índice de la diferenciación del origen de la contaminación fecal, el cual era común hasta los últimos años [26 y 27]. Dicha relación ha sido cuestionada, debido a los diferentes índices de supervivencia en los distintos géneros de bacterias indicadoras de contaminación fecal [8, 9 y 10]. Siendo principalmente en las zonas tropicales donde se encuentra la mayoría de las críticas, por lo cual esto merece una atención especial [28]. Rivera y col, [29], recomiendan el uso del índice como primera aproximación para identificar el origen de la contaminación fecal.

Analizando los valores para la playa y teniendo en cuenta a la OMS, [15], salvo tres registros de contaminación cruzada, el resto de los resultados obtenidos, corresponden a contaminación antigua.

Aplicando la relación CTt/EF, con los valores de las medias geométricas para el arroyo La Carolina y la Playa indican contaminación antigua, mientras que para La Tigra contaminación cruzada ver Tabla N° 1.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración en la toma de muestras a alumnos y docentes de la Tecnicatura de Medio Ambiente Marino Costero-UTN-UA-MDP.

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez Cuitiva D., “Distribución de Enterococos como indicadores de contaminación fecal en aguas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano”. *Revista Cubana de Higiene Epidemiológica*, 50, p 136-148, (2012).
- [2] Chagas C. y Morettón J., “Indicadores de contaminación biológica asociados a la erosión hídrica en una cuenca de Pampa Ondulada Argentina”. *Ciencia y suelo*, Vol.24, (1) p. 21-27, (2006).
- [3] Wanjugi P. y Harwood V., “The influence of predation and competition on the survival of commensal and pathogenic fecal bacteria in aquatic habitats”, *Environmental Microbiology*, Vol. 15: (2), p. 517-26, (2013).
- [4] Anderson K. y Whitlock J., “Persistence and differential survival of fecal indicator bacteria in subtropical waters and sediments”, *Applied Environmental Microbiology*, 71 (6), p. 3041–3048, (2005).
- [5] Herrera A. y Suarez P., “Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera”, *Interciencia*, Vol 30: (003) pp 171-176, (2005).
- [6] Vergaray G. y Méndez C., “*Enterococcus* y *Escherichia coli* like indicators of fecal pollution in coastal beaches of Lima”. *Revista del Instituto de Investigación. Fac. Minas metal Cienc. Geogr*, Vol 10: (20), (2007).
- [7] Vergaray G. y Méndez C., “Calidad microbiana del agua de playas de Lima y su relación con focos de contaminación”. *Revista del Instituto de Investigación, FIGMMG-UNMSM* Vol. 14: (27), p 73-79, (2011).
- [8] Boehm A. y Yamahara K., “Covariation and photoinactivation of traditional and novel indicator organisms and human viruses at a sewage-impacted marine beach”, *Environmental Science and Technology*, 43 (21), 8046, (2009).
- [9] Davies C. y Evison L., “Sunlight and the survival of enteric bacteria in natural-waters”, *Journal Applied Bacteriology*, 70 (3), p 265-274, (1991).
- [10] Boehm A. y Sassoubre L., “Enterococci as Indicators of Environmental Fecal Contamination. In: Gilmore MS, Clewell DB, Ike Y, et al., editors. *Enterococci: From Commensals to Leading Causes of Drug Resistant Infection*. Boston: Massachusetts Eye and Ear Infirmary. (2014).
- [11] Deller S. y Mascher F., “Effect of solar radiation on survival of indicator bacteria in bathing waters”. *Central Europa Journal Public Health*, 14 (3): p 133-137, (2006).
- [12] Fisher M. y Iriarte M., “Solar water disinfection (SODIS) of *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., and MS2 coliphage: Effects of additives and alternative container materials”. *Water Research*, Vol. 46: (6) p 1745–1754, (2012).
- [13] Gabutti G. y De Donno A., “Comparative Survival of Faecal and Human Contaminants and Use of *Staphylococcus aureus* as an Effective Indicator of Human Pollution”. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 40: (8), p 697–700, (2000).

- [14] Arcos Pulido M. y Ávila de Navia S., “Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua”. *NOVA - Publicación científica ISSN:1794-2470*, Vol 3 (5), p. 1-116, (2005).
- [15] Organización Mundial de la Salud (OMS). “La calidad del agua: Directrices, Normas y Salud”. Editado por Lorna Fewtrell y Jamie Bartram. Publicado por IWA Publishing, Londres, Reino Unido, (2001).
- [16] Cabelli V. y Dufour A., “A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis”, *Journal - Water Pollution Control Federation*, Vol. 55, (10) p. 1306-1314, (1983).
- [17] Cabelli J., “Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters. Washington, D.C”. *US Environmental Protection Agency*, 98 p. EPA600/1-80-031, (1984).
- [18] EPA (U.S. Environmental Protection Agency), “Ambient water quality criteria for bacteria—1986. EPA-440/5-84/002”. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC, (1986).
- [19] Geldreich E. y Kenner B., “Conceptos de estreptococos fecales en la corriente la contaminación”, *Journal Water Pollution Control Federal*, 41, p R336-R352, (1969).
- [20] Geldreich E., “Las relaciones de coliformes fecales y estreptococos fecales, en densidad y los desechos resultantes de las aguas receptoras crítico”, *Revista Environmental Control*, 6, 349-369, (1976).
- [21] Branco S., “Limnología sanitaria. Estudio de la polución de las aguas continentales”, *OEA. Washington DC, EEUU*, p 120, (1984).
- [22] AWWA, APHA, WEF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22th edition, (2012).
- [23] Wang L. y Mankin K., “Survival of fecal bacteria in dairy cow manure”, *Transactions of the ASAE*, Vol. 47: (4) p 1239-1246, (2004).
- [24] Hueiwang C. y Jenga R., “Survival of *Enterococci faecalis* in estuarine sediments”. *International Journal of Environmental Studies*, Vol. 62: (3), p 283-296, (2007).
- [25] Garrido-Pérez M. y Acevedo A., “Microbial indicators of faecal contamination in waters and sediments of beach bathing zones”, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 211: (5–6), p 510–517, (2008).
- [26] Howell J. y Coyne M., “Fecal bacteria in Agricultural Waters of the Bluegrass Region of Kentucky”, *Plant and Soil Sciencies Faculty Publications*. Paper 15, (1995).
- [27] Sankararamkrishnan N. y Guo O., “Chemical tracers as indicator of human fecal coliforms at storm water outfalls”. *Environment International*, 31 p 1133 – 1140, (2005).
- [28] Suárez M., “Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal”. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, Vol. 40: (1), (2002).
- [29] Rivera R. y de Los Ríos P., “Relations fecal coliforms/ fecal Streptococci as indicators of the origin of fecal pollution in urban and rural water bodies of Temuco, Chile”. *Ciencia Inv. Agraria*, 37: (2) p 141-149, (2010).