

## Cuantificación de coliformes totales en estuario del río Ranchería

## Quantification of total coliforms in Ranchería river estuary

## Quantificação de coliformes totais no rio estuary Rancheria

GEOMAR ENRIQUE MOLINA-BOLÍVAR<sup>1</sup>, IRIS AGUSTINA JIMÉNEZ-PITRE<sup>2</sup>,  
DIOFANOR ACEVEDO-CORREA<sup>3</sup>

### RESUMEN

*La cuantificación de coliformes totales en el estuario del río Ranchería es un factor importante tanto para las actividades agrícolas como para la vida urbana. La zona está formada por diferentes cauces de agua que conforman un estuario dinámico y complejo. Uno de los criterios más usados para la determinación de la calidad del agua es la medición de coliformes totales. Con el objetivo de estudiar la distribución espacial y temporal de estos elementos se colectaron muestras de agua en cinco zonas diferentes y se analizó el contenido de coliformes totales mediante la técnica Número más probable NMP. Los muestreos se realizaron cada mes, el primero en el mes de septiembre de 2014 y el mes de agosto de 2015. Los resultados establecieron diferencias*

Recibido para evaluación: 3 de Octubre de 2016.

Aprobado para publicación: 8 de Agosto de 2017.

- 1 Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Grupo de Investigación BIEMARC. MSc Ciencias Biológicas. Riohacha, Colombia.
- 2 Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Grupo de Investigación BIEMARC. Doctora en Gerencia de Proyectos de Ciencia y Tecnología. Riohacha, Colombia
- 3 Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Económicas, Grupo de Investigación Nutrición, Salud y Calidad Alimentaria NUSCA. Ph.D Ingeniería de Alimentos. Cartagena, Colombia

Correspondencia: diofanor3000@gmail.com

en la distribución tanto espacial como temporal de los microorganismos analizados. Los mayores valores de coliformes totales se encontraron en las zonas más bajas o de mayor recorrido del agua, así como en las más cercanas a los centros urbanos o a las explotaciones agrícolas. La época seca coincidió con los menores valores de coliformes totales, e igualmente los menores valores observados coincidieron con las menores temperaturas del agua.

## ABSTRACT

The quantification of total coliforms in the estuary of the Ranchería river is an important factor for both agricultural activities and urban life. The area is formed by different water channels that form a dynamic and complex estuary. One of the most commonly used criteria for determining water quality is the measurement of total coliforms. In order to study the spatial and temporal distribution of these elements, water samples were collected in five different zones and the total coliform content was analyzed using the most probable NMP technique. Sampling was carried out every month, the first in September 2014 and the month of August 2015. The results established differences in the spatial and temporal distribution of the microorganisms analyzed. The highest values of total coliforms were found in the lower or higher watercourses, as well as in those closest to urban centers or farms. The dry season coincided with the lowest values of total coliforms, and the lowest values also coincided with the lower water temperatures.

## RESUMO

Quantificação de coliformes totais no estuário do rio Rancheria é uma importante atividade agrícola, tanto como um fator para a vida urbana. A área consiste em diferentes vias que formam um estuário dinâmico e complexo. Um dos critérios utilizados para determinar a qualidade da água é a medição de coliformes totais. A fim de estudar a distribuição espacial e temporal destes elementos amostras de água foram recolhidas em cinco áreas diferentes e teor total de coliformes foi analisada pela técnica do número mais provável NMP. As amostragens foram realizadas a cada mês, a primeira em setembro de 2014 e agosto de 2015. Os resultados diferenças tanto distribuição espacial e microorganismos temporais analisados estabelecidos. Os valores mais elevados de coliformes totais foram encontradas nas áreas de rotas de água mais baixas ou mais elevadas, bem como o mais próximo de centros urbanos ou explorações agrícolas. O período seco coincidiu com os valores mais baixos de coliformes totais, e também os valores mais baixos observados coincidiu com temperaturas de água mais baixas.

### **PALABRAS CLAVE:**

Distribución espacial,  
Número más probable, pH.

### **KEYWORDS:**

Spatial distribution,  
Most likely number, pH.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Distribuição espacial,  
Número mais provável, pH.

## INTRODUCCIÓN

El río Ranchería se considera la principal fuente de agua del departamento de la Guajira, hace su recorrido desde la Sierra Nevada de Santa Marta hasta el mar Caribe. Tiene su nacimiento en la laguna de Chirigüa, ubicada a 3700 m.s.n.m., desembocando directamente al noreste del municipio de Riohacha. Se considera la arteria hídrica del territorio, ya que posee un valor cultural y social para las comunidades indígenas; además, es importante puesto que posee una estabilidad y mantenimiento regulador de los ecosistemas [1].

El Sistema Deltaico forma un sistema estuarino donde se presentan diferentes procesos biológicos de acuerdo con el régimen climático bimodal de la región. Está constituido por una serie de lagunas y zonas de manglar, destacando entre éstas el Valle de los Cangrejos en el brazo Calanclá y la desembocadura principal del río Ranchería, denominada brazo Riito, el cual se encuentra ubicado sobre el límite nororiental de la ciudad [1].

La franja de manglar vierte sus aguas en la parte más baja del río de ambos brazos y la mayor parte de la ribera de la laguna de Buenavista [2]. En consecuencia, el delta del río Ranchería tiene una gran área de influencia sobre todo el litoral costero, en las lagunas de carácter permanente o estacional [3]. En estos ecosistemas marinos costeros varios factores contribuyen a su deterioro, entre los que se encuentran la decantación, las anomalías climáticas, la concentración de contaminantes y basuras, la interrupción de los flujos bioenergéticos, la sobreutilización de los recursos, la explotación irracional de recursos pesqueros y las actividades turísticas [4].

Para el caso del río Ranchería, reportaron que en el brazo El Riito, desemboca una serie de alcantarillas que sirven de drenaje a las calles de la ciudad de Riohacha en la época de invierno, y que durante todo el año, existe comunicación con un cuerpo de agua pequeño que activamente recoge las aguas residuales de la ciudad [5]. Debe tenerse en cuenta que este sistema estuarino es un ecosistema cambiante, de ambiente dinámica y abierta, en el que, gracias al intercambio de distintos arroyuelos y el mar, se llevan a cabo una serie de procesos químicos y biológicos que permiten una alta productividad de vida. Por lo tanto, los aspectos relacionados con la acumulación de materiales producto de las aguas residuales y alcantarillado urbano, deben ser

monitoreados a fin de mantener el equilibrio ecológico de la zona y la potabilidad del agua.

Así mismo, se hallaron cambios en los patrones hidrológicos de los ríos del Caribe colombiano, diferenciado por el fortalecimiento de la señal oscilatoria, la superposición de los principales componentes oscilatorios y el aumento marcado de los caudales después del año 2000 [6]. Estos autores señalaron incrementos promedios anuales hasta de un 17 % en los caudales, con respecto a los promedios de largo plazo, generando gran impacto sobre las dinámicas ecológicas en los cauces de agua afectados. Este tipo de cambios no han sido explorados, tampoco se han analizado las tendencias en los elementos físicos, químicos y biológicos [6].

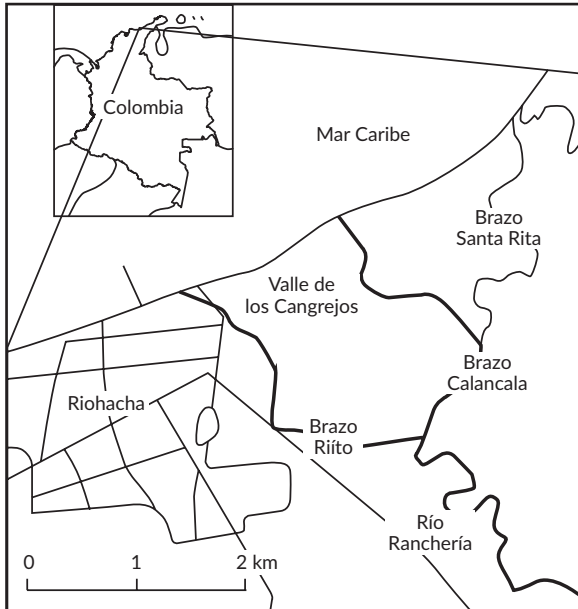
Para facilitar la interpretación y comparación temporal y espacial de los datos, se identifican coliformes totales o bien índices de contaminación, que consisten en una expresión matemática que representa a todos los parámetros valorados para evaluar el recurso hídrico y cuya aplicación es específica para cada región o fuente en particular [7]. Por lo anteriormente mencionado, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar los coliformes totales en el estuario del río ranchería.

## MÉTODO

El presente trabajo se realizó en el estuario del río Ranchería, ubicado en el departamento de la Guajira en Colombia. Se establecieron cinco estaciones de muestreo: Desembocadura (DB), El Mirador (EM), Villa Fátima (VF), Cangrejito (CG) y Valle de los Cangrejos (VC), se pueden observar los más representativos en la Figura 1. Se realizaron 12 mediciones comprendidas entre el mes de septiembre de 2014 y el mes de agosto de 2015, con una frecuencia mensual. Se colectaron muestras de agua superficial en forma manual para análisis bacteriológico. Las muestras se recogieron en frascos estériles de 250 mL de capacidad, los cuales se abrieron y cerraron dentro del agua para evitar posibles contaminaciones.

Se analizaron los coliformes totales (UFC/100 mL). La técnica empleada fue la del Número más Probable (NMP) NTC 4939 [8]. La enumeración de coliformes totales por NMP se realizó en una etapa. Los resultados se expresan como colonias de coliformes totales por 100 mL (UFC/100 mL). También se realizó la me-

**Figura 1.** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo del presente trabajo. Fuente: Lema y Polanía et al., [9]



dición de pH del agua, utilizando un pHmetro Waterproof pH Test 1" de Eutech-Oakton instruments, calibrado de acuerdo a las indicaciones.

## RESULTADOS

La distribución de coliformes totales en el agua del estuario del río Ranchería para el período analizado se ilustra en la Figura 2. Como puede observarse, existe una clara diferencia en la distribución de coliformes totales entre los distintos sitios de muestreo, aun cuando puede asumirse una tendencia general a disminuir entre diciembre y marzo, correspondientes a la época seca. Investigaciones realizadas por Ospina et al., [10], reportaron que la distribución de coliformes totales tanto en el espacio como en el tiempo de muestreo en aguas de lluvia, en una microcuenca urbana de Ibagué, Colombia, no cumplía con los niveles de coliformes totales y fecales establecidos por la Resolución 2115 [11]. Así mismo, se estableció que hay un posible efecto entre la estacionalidad de las lluvias sobre la carga de sedimentos y contaminación de las aguas, en función de un mayor arrastre de agentes de polución, efecto que se va haciendo mayor en la medida que se aumenta el recorrido de las aguas [10].

De manera general, la presencia de coliformes totales es mayor en la desembocadura del río, donde se presentan tres picos evidentes de carga de coliformes totales, uno en el mes de septiembre 2014 y los otros dos en el mes de noviembre 2014 e inicios de junio 2015. Los menores valores de coliformes totales fueron reportados para las zonas más bajas, donde también se presentaron las mayores variaciones en los valores de contaminación [9].

Resultados similares reportaron Cham y Peña [12], durante la evaluación de la calidad del agua de una cuenca en Guatemala; afirmaron que las aguas en las zonas de desembocaduras recorrieron mayores distancias que en otras secciones de los cuerpos de agua, por lo que han presentado mayor exposición al ambiente, y por lo tanto, han recibido mayores descargas de coliformes totales [13].

La localidad EM presentó los segundos valores más altos de coliformes totales, sin embargo, los picos de coliformes se presentan en meses diferentes. En este caso, este sitio de muestreo es el segundo de mayor distancia recorrida por las aguas y el segundo más cercano a centros poblados, lo cual podría explicar los valores observados.

Las cinco localidades presentaron un pico de carga de coliformes totales entre los meses de septiembre y octubre y un segundo pico de menor tamaño a mediados de diciembre. Aun cuando la localidad VC mostró menores cargas de coliformes totales, también se observaron cuatro picos de coliformes totales en el período muestreado.

El cuarto pico de carga de coliformes totales se presentó a mediados del mes de julio y, en ese momento, fue la localidad con más carga de coliformes totales entre los puntos bajo estudio. Los menores valores de carga de coliformes totales se presentaron en los meses donde se registraron los menores rangos de temperatura del agua (Figura 2), sin embargo, no se observó una relación directa entre el contenido de coliformes totales y la variación de temperatura, salvo la anteriormente mencionada. Waithaka et al., [14] en un estudio de análisis de calidad del agua del río Kandutura - Kenia, afirmaron que los niveles de pH cuando varían de neutro y alcalino son propicios para el crecimiento de ciertos microorganismos como *E. coli*, *shigella* y salmonella.

El análisis de coliformes totales dio como resultado que el agua del estuario del río Ranchería, de manera general, no cumple con los requisitos exigidos por la legislación colombiana en cuanto a su calidad para consumo humano. En la misma, se establece que el contenido de coliformes totales debe ser de 0 UFC/100 cm<sup>3</sup> pero los valores obtenidos son muy superiores a dicha condición.

La situación es más grave en la zona de DB y los menores valores de contaminación del agua se encontraron en la zona VF, sin embargo, en esta última zona, la calidad del agua tampoco alcanzó los valores mínimos que la harían apta para el consumo humano.

Si bien es cierto, la presencia de coliformes totales, por sí sola, no es indicativa de causantes de problemas de salud para los humanos, su presencia no es aceptada

para el consumo de acuerdo a los estándares de calidad en la legislación vigente, Resolución 2115 de [11]. Se estableció que las aguas de zonas rurales, próximas a centros poblados o de alta actividad agrícola presentaron coliformes totales por encima de los valores máximos de calidad, razón por la cual estas fuentes de agua deberán establecer tratamientos de potabilización si se desea su uso para consumo humano [13].

Por su parte Romero *et al.*, [15], afirmaron que en los meses de agosto a noviembre, la concentración de *E. coli* se mantuvo elevado, lo que coincide con menor volumen de agua del río Hardy; en cambio, de febrero a junio el número de coliformes fecales fueron bajos, relacionándose con un aumento del caudal del río, por lo cual, la variación de este indicador de contaminación bacteriológica se puede atribuir a la fluctuación en los flujos de agua en el río.

Figura 2. Distribución temporal de coliformes totales en 5 localidades del estuario del río Ranchería.

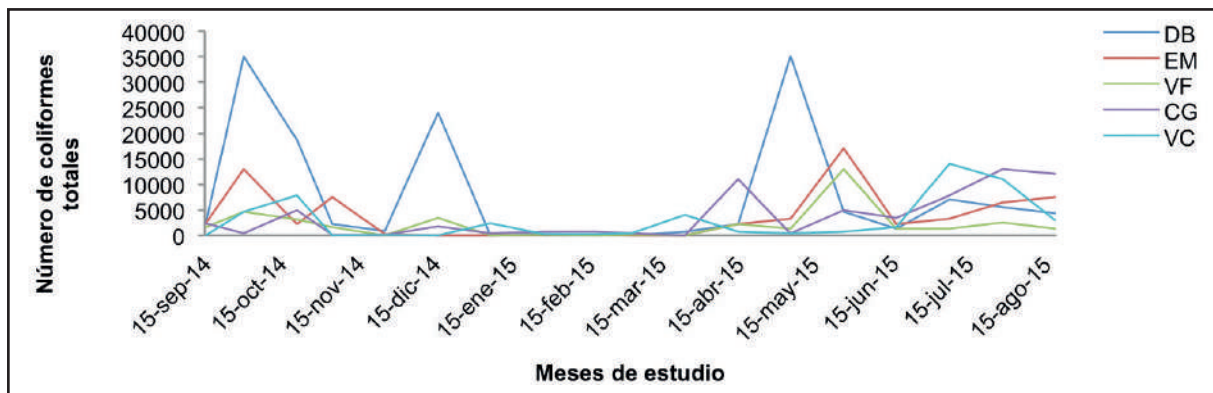


Figura 3. Distribución de la temperatura del agua en 5 localidades del estuario del río Ranchería.

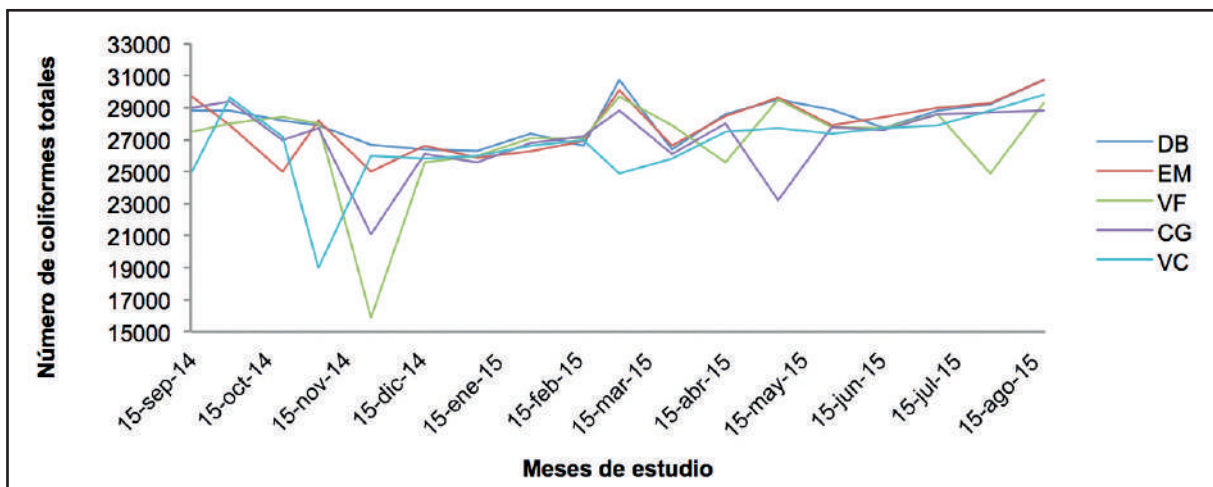
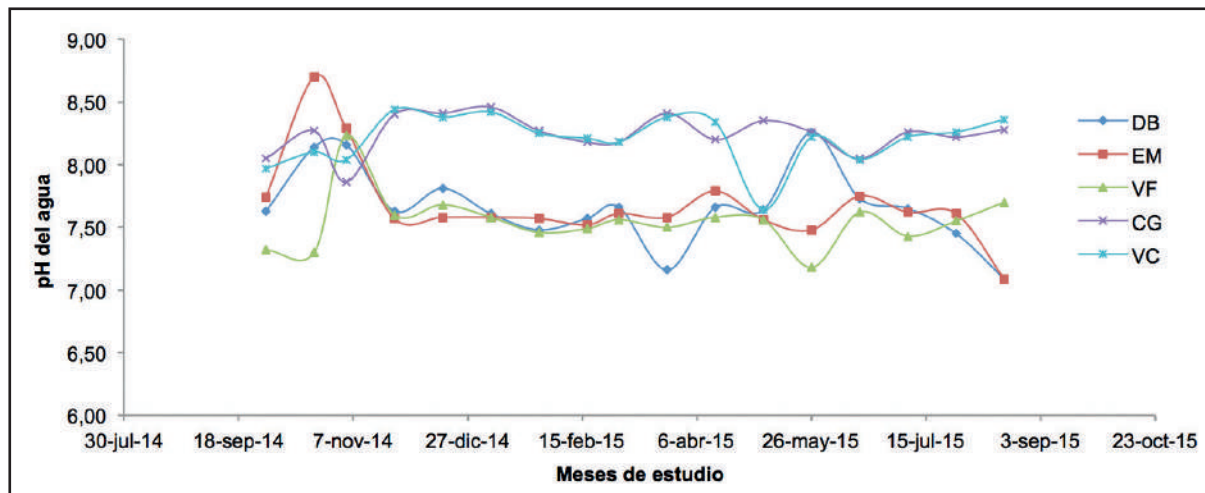


Figura 4. Variación del pH en las zonas de estudio.



## Análisis de pH

En la Figura 4 se observa la variación de pH en las distintas zonas de estudio. Se evidencia que el pH fue superior en las zonas VC y CG en la mayoría de los puntos; en cambio, en la zona EM, VF y DB, los pH reportaron valores más bajos debido a que ese periodo se considera seco, disminuyendo el nivel de agua. El pH hasta el mes de noviembre fue más alto para la mayoría de las zonas de estudio, debido a que para esa época las lluvias aumentan y asimismo el nivel del río también. Igualmente Olorede *et al.*, [16] reportaron resultados similares en un rango de pH hacia la alcalinidad entre 8,2 y 8,9 para la estación seca y 7,6 y 8,2 para la estación lluviosa. Esto pudo ser debido al efecto de dilución del aumento del volumen del agua resultante del lavado con detergentes, los valores de pH bajos del río pueden ser una indicación del bajo contenido de CO<sub>2</sub> del agua. Asimismo, Beltrán *et al.*, [17] analizaron la calidad del agua del lago Titicaca, informaron un incremento de los valores de pH en relación a los estudios medidos. Esto pudo ser posible a que el pH en la Bahía Interior fue el resultado de un aumento de la actividad fotosintética de la zona, llevando a cabo un aumento en la presencia de *E. coli* debido al ingreso de aguas residuales sin previo tratamiento. Igualmente estos autores lo corroboraron con el análisis de nitritos, que es un indicador de contaminación fecal.

## CONCLUSIONES

El contenido de coliformes totales en el estuario del río Ranchería en La Guajira, Colombia, fue diferente en los cinco sitios de muestreo, con características estacionales diferenciales también, que se pudo atribuir a los diferentes pH de las zonas de estudio. Los mayores valores se encontraron en la desembocadura, mientras que los menores valores estuvieron en los sitios de muestreo más cercanos a la zona de origen del río, donde el recorrido del agua era menor. Así mismo, las mayores concentraciones se consiguieron en la época lluviosa, probablemente relacionado con el mayor arrastre de sedimentos y microorganismos ante el mayor caudal de líquido.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad de La Guajira y a Corpoguajira, por su apoyo logístico y financiero para la realización de la presente investigación.

## REFERENCIAS

- [1] RESTREPO-LÓPEZ, J.C., ORTIZ-ROYERO, J.C., OTERO-DÍAZ, L. y OSPINO-ORTIZ, S.R. Transporte de sedimentos en suspensión en los principales ríos del Caribe colombiano: magnitud, tendencias y variabilidad. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(153), 2015, p. 527-546.
- [2] DÍAZ-FUENMAYOR, K.J. Estudio de la regeneración natural del manglar en el Riito y el Valle de los cangrejos, delta del río Ranchería [Tesis de Ingeniería]. Riohacha (Colombia): Universidad de La Guajira, Facultad de Ingeniería, 2001, 55 p.
- [3] RESTREPO-LÓPEZ, J.C., ORTIZ-ROYERO, J.C., OTERO-DÍAZ, L. and OSPINO-ORTIZ, S.R. Suspended sediment load in Colombian Caribbean Rivers: Magnitude, trends and variability. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(153), 2015, p. 527-546.
- [4] ARGUMEDO, C.D. y VILORIA, H.D. Niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, 6(1), 2016, p. 123-131.
- [5] BULA, J., BUELVAS, A., ACOSTA, I., VELÁSQUEZ, J.B. y BARGUIL, Y. Plan estratégico para el desarrollo sustentable del borde-mar del municipio de Riohacha sector noroccidental [online]. 2015, Disponible: [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2809/1/Plan%20estrat%C3%A9gico%20para%20el%20desarrollo\\_Joanna%20Bula\\_USBCTG\\_2015.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2809/1/Plan%20estrat%C3%A9gico%20para%20el%20desarrollo_Joanna%20Bula_USBCTG_2015.pdf), [citado 15 de Agosto de 2016].
- [6] RESTREPO-LÓPEZ, J.C., ORTIZ-ROYERO, J.C., OTERO-DÍAZ, L. y OSPINO-ORTIZ, S.R. Transporte de sedimentos en suspensión en los principales ríos del Caribe colombiano: magnitud, tendencias y variabilidad. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(153), 2015, p. 527-546.
- [7] MASSOLO, L.A. Introducción a las herramientas de gestión ambiental [online]. 2015. Disponible: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46750> [citado 28 de Agosto de 2016].
- [8] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC). NTC 4939. Calidad del agua. Enumeración de coliformes y *Escherichia coli*. Técnica con tubos de fermentación y Técnica de sustrato enzimático. Bogotá (Colombia): 2001, 11 p.
- [9] LEMA, L.F. y POLANÍA, J. Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Revista de biología tropical*, 55(1), 2007, p. 11-21.
- [10] OSPINA, O.E. y MOYANO, Y.C. Evaluación del aprovechamiento para consumo humano del agua de lluvia en una microcuenca urbana de Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingenium*, 9(24), 2015, p. 11-22.
- [11] COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL - MINISTERIO DE VIVIENDA, AMBIENTE Y PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2115. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá (Colombia): 2007, 22 p.
- [12] CHAN, M. y PEÑA, W. Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sislacán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 2015, p. 19-23.
- [13] LÓPEZ, O.J., ZÚÑIGA, D. y RODRÍGUEZ, A. Caracterización y problemáticas generadas por los sedimentos arrastrados en el escurrimiento pluvial. *Cultura Científica y Tecnológica (CULCYT)*, 12(57), 2015, p. 32-41.
- [14] WAITHAKA, P.N., MAINGI, J.M. and NYAMACHE, A.K. Physico-chemical Analysis, Microbial Isolation, Sensitivity Test of the Isolates and Solar Disinfection of Water Running in Community Taps and River Kandutura in Nakuru North Sub-county, Kenya. *The Open Microbiology Journal*, 9, 2015, p. 117-124.
- [15] ROMERO, S., GARCÍA, J., VALDEZ, B. y VEGA, M. Calidad del agua para actividades recreativas del Río Hardy en la región fronteriza México-Estados Unidos. *Información tecnológica*, 21(5), 2010, p. 69-78.
- [16] OLORODE, O.A., BAMIGBOLA, E.A. and OGBA, O.M. Comparative Studies of some River Waters in Port Harcourt based on Their Physico-Chemical and Microbiological analysis, Niger Delta Region of Nigeria. *International Journal of Basic and Applied Science*, 3(3), 2015, p. 29-37.
- [17] BELTRÁN, D.F., PALOMINO, R.P., MORENO, E.G., PERALTA, C.G. y MONTESINOS-TUBÉE, D.B. Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista peruana de biología*, 22(3), 2015, p. 335-340.