

## CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA CONSUMO HUMANO Y/O ANIMAL EN LA ZONA RURAL DEL PARTIDO DE TRENQUE LAUQUEN (PARTE II)

MAGGIORE MARINA<sup>1</sup> A.<sup>1</sup>, RAMPI MARIANA<sup>1</sup> G.<sup>1</sup>, LEIVA SANTIAGO<sup>2</sup>, PICCO PATRICIO<sup>2</sup> Y CAMPINS MACARENA<sup>1</sup>

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

mamaggi3@hotmail.com

2: Facultad Regional de Trenque Lauquen  
Universidad Tecnológica Nacional  
Recedo 298, 6400 Trenque Lauquen

**Resumen** *La calidad del agua potable ha sido siempre una temática importante en materia de Salud Pública, especialmente en los países en desarrollo, donde en el 80% de los casos las enfermedades diarreicas son atribuidas a un saneamiento inadecuado y al uso de agua contaminada. La falta de acceso a agua potable por parte de la población en las comunidades rurales es uno de los principales problemas de salud en la mayor parte de los países. El objetivo del presente estudio fue analizar la calidad de agua del área rural del partido de Trenque Lauquen, Prov. de Buenos Aires. Para ello, se extrajeron 19 muestras de agua de pozos de establecimientos rurales. Se utilizaron las siguientes técnicas: Recuento de bacterias aerobias mesófilas, Recuento de coliformes totales, Recuento de coliformes fecales, Presencia/ausencia de Escherichia coli en 100 ml y Presencia/ausencia de Pseudomonas aeruginosa en 100 ml de acuerdo al Standard Methods del año 2012. Los resultados obtenidos determinaron que de acuerdo al CAA, de las muestras examinadas, el 63 % no son aptas para consumo humano. En conclusión es de suma importancia realizar las determinaciones mencionadas con el fin de evaluar la calidad microbiológica del agua que consume nuestra comunidad rural.*

**Palabras claves:** Calidad microbiológica, agua de consumo, pozos de provisión.

### 1. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua potable ha sido siempre un importante problema de salud, especialmente en los países en desarrollo, donde el 80% de los casos la enfermedad se atribuye a un saneamiento inadecuado y el uso de agua contaminada. La falta de acceso a agua potable a gran parte de la población en las comunidades rurales es el principal problema de salud en la mayor parte de los países en vía de desarrollo [1].

Los mantos subterráneos constituyen una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable en muchos países. Por lo general, albergan sólo a ciertos organismos debido a su bajo contenido en materias nutritivas. Sin embargo, las actividades humanas y el crecimiento

urbano son los principales factores para la contaminación de los acuíferos. De esta forma, el agua puede contener contaminantes químicos o biológicos que causan diversas enfermedades, entre los que se encuentran algunas amebas de vida libre [2].

El riesgo de brotes de enfermedades por consumo de agua en las zonas rurales es alto, debido principalmente a la posibilidad de contaminación bacteriana de las aguas que a menudo son tomadas de fuentes antiguas, sellados de manera inadecuada y cerca de áreas ocupada por los animales de pastoreo. En las zonas rurales, las principales fuentes de suministro de agua son pozos y manantiales poco profundos, susceptibles a la contaminación [3, 4, 5 y 6].

En nuestro país muchas zonas rurales no tienen agua potable y sus cuencas generalmente no están protegidas como en las grandes ciudades. Además estas zonas no tienen tan fácil acceso para el monitoreo de la calidad microbiológica del agua.

A lo largo del tiempo, se ha demostrado la importante relación entre la aparición de enfermedades, epidemias, focos infecciosos y el deficiente suministro de agua potable, o la imposibilidad de acceder a una fuente segura de agua que cubra las normas básicas para el cuidado de la salud. El agua potable se define según el Artículo 982 del Código Alimentario Argentino como aquella que, "Es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente" [7].

Tradicionalmente, los coliformes fecales son considerados indicadores bacterianos de contaminación fecal y han sido utilizados para evaluar la calidad microbiana de las fuentes de agua, por ser considerada su detección un método simple y económico. La abundancia de *Escherichia coli*, microorganismos que se consideran pertenecientes al grupo de los coliformes fecales, se ha asociado más al riesgo sanitario en comparación con el resto de los coliformes. Las regulaciones para agua potable en los Estados Unidos y en otros países se basan principalmente en la aparición de bacterias indicadoras de contaminación fecal. De todos modos, a pesar de no cumplir con todos los criterios de un indicador ideal, cepas de *Escherichia coli* no patógenas son utilizadas en todo el mundo como un indicador potencial de contaminación fecal del agua potable y los sistemas de distribución [4, 8, 9, 10, 11 y 12]. El empleo de estas bacterias de origen fecal para la evaluación de la calidad del agua ha sido aceptado ampliamente en países de clima templado [13 y 14].

Como indicador de la calidad microbiológica del agua potable se utiliza el recuento en placa de bacterias heterotróficas (BHP, también llamadas bacterias aerobias mesófilas (BAM). Tanto, las bacterias BHP y los coliformes totales son utilizadas también como indicadores de desinfección [15 y 16].

La importancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano es aportar información que permita la toma de decisiones para el mejoramiento de su calidad y así, proporcionar beneficios significativos para la salud, reduciendo la posibilidad de transmisión de enfermedades por agua contaminada.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue: Verificar la calidad higiénico-sanitario del agua de consumo

humano en la zona rural del Partido de Trenque Lauquen por medio de indicadores microbiológicos de potabilidad.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el partido de Trenque Lauquen, situado en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. Argentina.

Las muestras de agua de pozos de la zona rural de Trenque Lauquen, fueron extraídas entre los años 2012 y 2013 y remitidas refrigeradas al laboratorio de Análisis Industriales de la UTN, UA Mar del Plata, para su procesamiento entre las 24 - 36 h posteriores al muestreo. En la tabla N° 1, se adjuntan las coordenadas de los pozos de agua muestreados.

Pozo	Latitud	Longitud	Pozo	Latitud	Longitud
1	35° 52' 45.5600" S	62° 42' 7.0800" W	19	36° 04' 45.3600" S	62° 51' 11.4000" W
2	35° 51' 40.9800" S	62° 39' 13.2000" W	20	36° 01' 59.8800" S	62° 53' 39.6600" W
3	35° 55' 1.5000" S	62° 31' 36.2400" W	21	35° 57' 13.0200" S	62° 59' 17.7600" W
4	35° 44' 6.0000" S	62° 46' 30.4200" W	22	35° 55' 23.5200" S	63° 00' 9.9600" W
5	36° 01' 2.2800" S	62° 46' 58.0800" W	23	35° 57' 20.8200" S	62° 46' 11.7000" W
6	36° 05' 35.3400" S	62° 40' 4.6200" W	34	36° 02' 07.6'' S	62° 47'14.4'' W
9	36° 07' 34.5000" S	62° 43' 41.5800" W	35	36° 07' 13.2'' S	62° 45'10.2'' W
10	36° 13' 53.4600" S	62° 41' 21.9000" W	36	36° 07'13.1'' S	62° 45'23.8'' W
12	35° 51' 44.8200" S	62° 52' 53.1600" W	37	36° 03'27.8'' S	62° 48'55.9'' W
15	35° 50' 48.6000" S	62° 58' 26.3400" W	-	-	-

Tabla N° 1. Coordenadas de los pozos rurales de Trenque Lauquen

### 4. METODOLOGÍA

En el laboratorio de Análisis Industriales fueron procesadas las muestras de agua inmediatamente después de haber sido recibidas. Se analizaron los parámetros que exige Código Alimentario Argentino (CAA) para determinar si un agua es apta o no para consumo humano. Los mismos son: Recuento de Bacterias Aerobias Mesofilas (BAM), Coliformes totales (CT), *Escherichia coli* y Presencia/ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*.

Para medir la contaminación de origen ambiental en relación con la higiene del sistema de provisión de agua de pozo, se utilizaron los siguientes indicadores de contaminación ambiental: BAM, CT y *Pseudomonas aeruginosa*. Los análisis bacteriológicos se realizaron empleando: Recuento de bacterias por placa vertida, el método de los tubos múltiples para los CT y Presencia/ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*, según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [17] y pruebas bioquímicas.

Para medir la contaminación de origen fecal en relación con los riesgos sanitarios se utilizaron

los siguientes indicadores de contaminación fecal: Coliformes fecales (CF) y *Escherichia coli*. Los análisis bacteriológicos se realizaron empleando el método de los tubos múltiples para los CF y *E. coli*, según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [17] y pruebas bioquímicas.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se procesaron un total de 19 muestras de agua subterráneas de la zona rural del partido de Trenque Lauquen y se analizaron BAM, CT, CF, *E. coli* y *P. aeruginosa*. De acuerdo al Código Alimentario Argentino (CAA), el 37% de las muestras resulto ser potable (apta para consumo humano), mientras que el 63%, no presento aptitud para el consumo humano. En el gráfico N° 1 se exponen los resultados obtenidos.

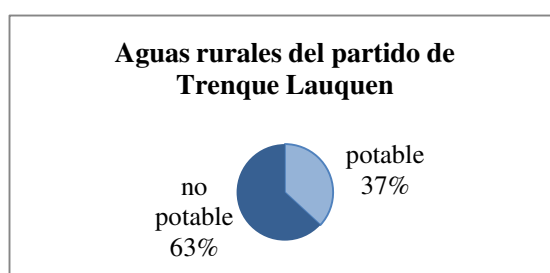


Gráfico N° 1 Porcentaje de agua potable y no potable en Trenque Lauquen

Del total de las muestras de agua examinadas, un número importante presentó contaminación bacteriana de origen ambiental. Esta estaría representado por los parámetros: BAM mayores de 500 UFC/ml, Presencia de *P. aeruginosa* y los CT. Los resultados se muestran en el Gráfico N° 2, donde se observa que la contaminación ambiental representa el 52,6% del total de muestras de agua en estudio.

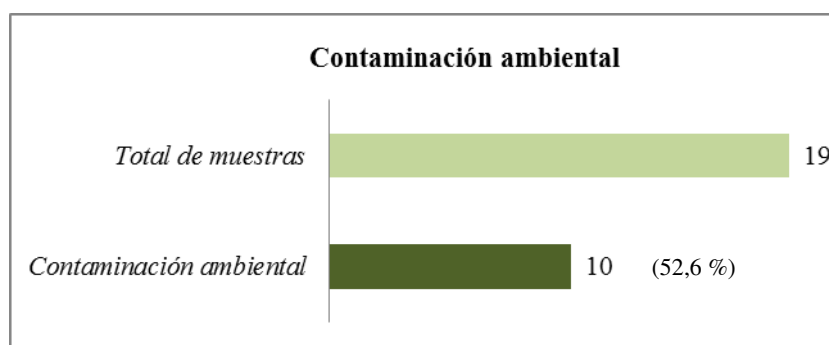


Gráfico N° 2 Muestras cuyo origen de contaminación fue el ambiente sobre el total de las muestras de agua

Es ampliamente conocido el riesgo sanitario asociado a la presencia de indicadores bacterianos de origen fecal en muestras de agua destinadas al consumo humano. En este trabajo se observó que del total de las muestras analizadas, solo en 3 de ellas se detectó la

presencia de indicadores de contaminación fecal. (Ver Gráfico N° 3). El porcentaje de contaminación fecal en relación al total de las muestras examinadas fue del 15,8 %.

Los resultados obtenidos coinciden con los expuestos por Venegas y col. [18] donde presentaron porcentajes similares al presente trabajo. Ellos remarcaron que el 16,7% de las muestras observadas presentaban contaminación fecal. También se observaron similitudes en los resultados expresados en el trabajo de Zamora y col [19], donde, en los tres barrios que utilizaron para realizar el estudio obtuvieron los siguientes porcentajes, 19,7%; 24 % y 35,5%. Este último porcentaje difiere en comparación con los anteriores probablemente porque la profundidad de los pozos era de 6-8 metros, dado que aumenta la posibilidad de contaminación con pozos ciegos.

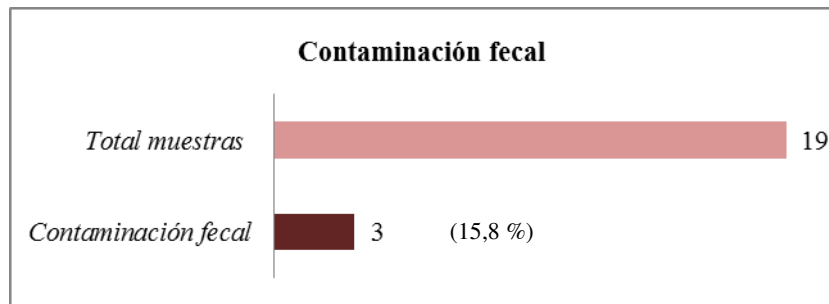


Gráfico N° 3 Muestras con contaminación fecal sobre el total de las muestras de agua

Los resultados de calidad microbiológica del presente trabajo, indican que la contaminación ambiental fue superior a la contaminación fecal en aguas subterráneas rurales. Este resultado fue diferente al observado por otros autores como Pepe Razo y col. [20], quienes encontraron en zonas periurbanas de São Paulo, Brasil porcentajes de muestras con contaminación de origen fecal y presencia de *E. coli*, del 39,5%. Tampoco coinciden con los resultados hallados por Monteverde y col [21] en la cuenca Matanza-Riachuelo del Gran Buenos Aires, cuyo porcentaje fue del 80%. Cabe destacar que esta última es una zona precaria y cuya densidad de población es alta.

### 5.1. Contaminación Ambiental

Al analizar los parámetros que indican contaminación ambiental en relación con la cantidad de muestras contaminadas, se obtuvieron los siguientes resultados: 6 de las 12 muestras contaminadas presentaron BAM > 500 UFC/100 ml, lo que representó el 50 % de las muestras en cuestión (Ver Gráfico N° 4).

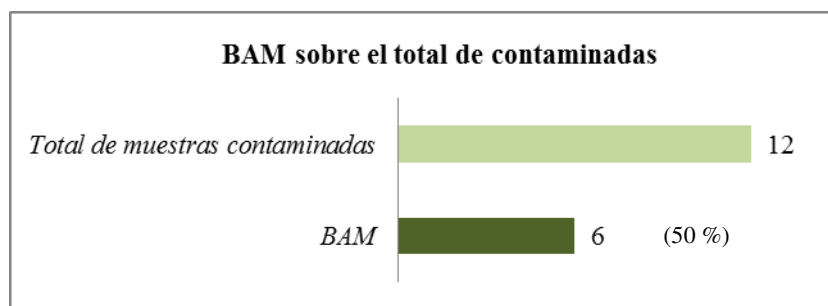
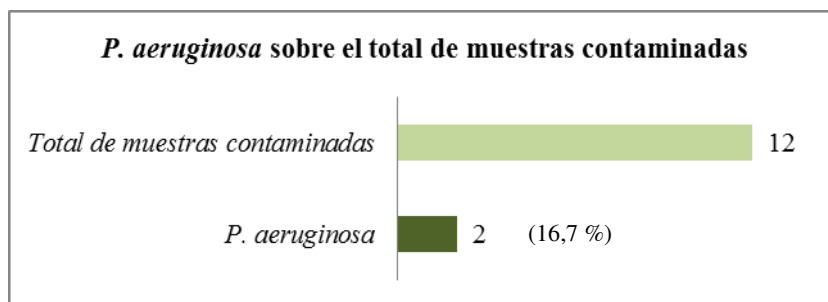


Gráfico N° 4 BAM &gt; 500 sobre el total de muestras de aguas contaminadas

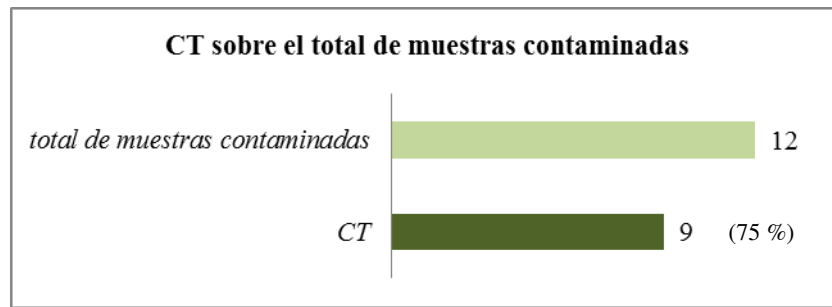
Por otra parte, *P. aeruginosa*, solo fue identificada en 2 (16,7 %) de las 12 muestras contaminadas, siendo el parámetro asociado a la contaminación ambiental que se registró en menor número (Ver Gráfico N° 5).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Zamora y col [19] donde, el porcentaje de *P. aeruginosa* aisladas de las muestras contaminadas, fue del 10,9%. Los resultados obtenidos en éste trabajo como en el de Zamora y col [19] difieren notablemente con lo expuesto por Saralegui y col [22], donde el porcentaje de *P. aeruginosa* fue el 100 % de las muestras de agua analizadas.

Gráfico N° 5 Presencia de *P. aeruginosa* sobre el total de muestras de aguas contaminadas

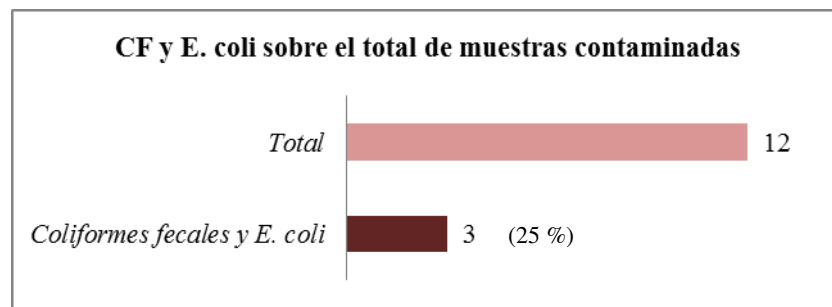
Con respecto a los CT, 9 (75%) de las 12 muestras contaminadas presentaron valores superiores a 4 NMP/100 ml. Es importante destacar que en estas muestras no se identificaron CF ni *E. coli* (Ver Gráfico N° 6).

Éste porcentaje de CT citado, coincide con lo presentado por Olivas Enriquez y col [23], donde determinan un porcentaje de CT de 92.8% en las muestras de agua analizadas.

Gráfico N° 6 CT  $\geq$  a 4, sobre el total de muestras de aguas contaminadas

## 5.2. Contaminación Fecal

Como mencionamos anteriormente, los parámetros que se relacionan con contaminación de origen fecal son principalmente los CF y *E. coli*, siendo este último el más representativo. En las muestras analizadas, solo 3 (25%) presentaron valores de CF superiores a 4 NMP/100 ml y presencia de *E. coli* en 100 ml, lo que indicaría un menor riesgo sanitario para toda la población del partido en estudio (Ver Gráfico N° 7).

Gráfico N° 7 CF y *E. coli*, sobre el total de muestras de aguas contaminadas

## 6. CONCLUSIÓN

Se podría concluir que la calidad del agua para consumo en la zona rural del partido de Trenque Lauquen con respecto a su calidad higiénica representada por la presencia de BAM y CT es alta (52,6%) en contraposición de la contaminación de origen fecal: CF y *E. coli* que fue menor el 15,8%.

## REFERENCIAS

- [1] Yasin M. y Ketema T., "Physico-chemical and bacteriological quality of drinking water of different sources, Jimmazon, Southwest Ethiopia", *BMC Research Notes*. Vol. 8 Issue 1 pag 1-13 (2015).
- [2] Ramírez E. y Robles E., "Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol.25 n.4 México Nov (2009).

- [3] do Amaral L. y Nader A., “Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais”, *Revista Saúde Pública*. 37(4) pag 510-514 (2003).
- [4] Larrea Murrell J. y Rojas Badía M., “Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura”, *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. Vol 44 N° 3 (2013).
- [5] Félix-Fuentes A. y Campas-Baypoli O., “Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México)”, *Revista de Salud Pública y Nutrición*. 8 (3) (2007).
- [6] Valenzuela M. y Mondaca M., “Assessment of the origin of microbiological contamination of groundwater at a rural watershed in Chile”, *Agrociencia*, Vol.43 n.4 México (2009).
- [7] Marin G. y Moyano S., “Calidad del agua de pozos de provisión a la ciudad de Villa María- Córdoba, Argentina. Aspectos parciales”. *Congreso Internacional 2002 de Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano*. ISBN: 987-544-063-9. Vol: 1. pág: 384-390 (2002).
- [8] Prats J. y García-Armisen T., “Comparison of culture-based methods to enumerate *Escherichia coli* in tropical and temperate freshwaters”, *Letters in Applied Microbiology*. 46 (2):243-248 (2008).
- [9] Farnleitner A. y Ryzinska-Paier G., “*Escherichia coli* and enterococci are sensitive and reliable indicators for human, livestock and wildlife faecal pollution in alpine mountainous water resources”, *Journal of Applied Microbiology*. 109(5):1599–1608 (2010).
- [10] Thurman R. y Faulkner B., “Water quality in rural Australia”. *Journal of Applied Microbiology*. 84, 627–632 (1998).
- [11] Soller J. y Embrey M., “Risk-based evaluation of *Escherichia coli* monitoring data from un disinfected drinking water”, *Journal of Environmental Management*. Vol 191, Issue 11, pag. 2329-2335 (2010).
- [12] Tallon P. y Magajna B., “Microbial indicators of faecal contamination in water: a current perspective”. *Water, Air, and Soil Pollution*. Vol. 166 pag. 139–166 (2005).
- [13] Byamukama D. y Mach R., “Discrimination Efficacy of Fecal Pollution Detection in Different Aquatic Habitats of a High Altitude Tropical Country, using presumptive coliforms, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens* spores”. *Applied Environmental Microbiology*. 71(1):65-71 (2005).
- [14] Parker A. y Youtlen R., “An assessment of microbiological water quality of six water source categories in north-east Uganda”, *Journal Wat Health*. 8(3):550–560 (2010).
- [15] Chowdhury S., “Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system: a review”, *Environmental Monitor Assess*. Vol. 184 (10) (2012).
- [16] Lösch L. y Merino L., “Susceptibilidad antimicrobiana de aislamientos de *Escherichia coli* de diversas fuentes de agua del Chaco (Argentina)”, *Higiene y Sanidad Ambiental*. 12 (4): 913-917 (2012).
- [17] AWWA, APHA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22th edición (2012).
- [18] Venegas C. y Mercado M., “Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia)”, *Biosalud*. Vol 13



- Nº.2 págs. 24 – 35 (2014).
- [19] Zamora A. y Folabella A., “Contaminación microbiológica en aguas de pozo. Partido Gral. Pueyrredón. Provincia de Buenos Aires. Argentina”. *Congreso Internacional 2002 de Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano*. ISBN: 987-544-063-9. Vol: 1. pág: 123-128 (2002).
- [20] Pepe Razzo M. y Risso Günther W., “Quality of water sources used as drinking water in a Brazilian peri-urban área”, *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol.42 Nº.2 (2011).
- [21] Monteverde M. y Cipponeri M., “Origen y calidad del agua para consumo humano: salud de la población residente en el área de la cuenca Matanza-Riachuelo del Gran Buenos Aires”, *Salud Colectiva, Buenos Aires*. 9 (1): pág 53-63 (2013).
- [22] Saralegui A. y Palacios O., “Calidad Microbiológica del Agua de Consumo en Virrey del Pino, La Matanza, Provincia de Buenos Aires”, *Ciencia*. Vol. 7, Nº 26, pág 37-43(2012).
- [23] Olivas Enríquez E. y Flores Márgez J., “Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez”, *Terra Latinoamericana*, vol. 31, núm. 2, pp. 135-143 (2013).