



## **OBSERVATORIO DE AGUA DE OLAVARRÍA**

***“Calidad del agua del Arroyo Tapalqué para uso recreativo con contacto directo”***

**INFORME AÑOS 2019-2020-2021**

### **INTRODUCCIÓN**

El Proyecto: *Observatorio de Calidad de Aguas de la cuenca del Arroyo Tapalqué*, en vigencia desde enero de 2017, tiene como objetivo principal, el monitoreo permanente de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del Arroyo Tapalqué, en pos de verificar y controlar su calidad y/o peligrosidad para la población. Integran este observatorio la Municipalidad de Olavarría, a través del área de Desarrollo Sustentable, de la Secretaría de Desarrollo Económico; la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FIO-UNCPBA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria sede Olavarría (INTA Olavarría) y la Municipalidad de Tapalqué, a través del área de Medio Ambiente.

Considerando que la prevención y el cuidado de los recursos hídricos subterráneos y superficiales que conforman la cuenca del arroyo Tapalqué, son de vital importancia para lograr el uso sustentable de los mismos, y teniendo en cuenta los potenciales usos del agua de los arroyos de la cuenca, se comenzó a estudiar y evaluar en principio, la aptitud de las aguas superficiales para uso recreativo con contacto directo.

En Argentina no existen niveles guía o niveles máximos permisibles según normativa que regulen la calidad del agua para uso recreativo con contacto directo de los ambientes acuáticos superficiales, más allá de algunos parámetros microbiológicos recomendados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH, 2003). Para definir y establecer los valores límites admisibles en materia del uso recreacional del agua, este Observatorio tuvo en cuenta valores guía o límites máximos permitidos de diferentes normativas nacionales e internacionales:

- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2003.
- EPA, Environmental Protection Agency, USA.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, Canadá.
- CONAMA (Consejo Nacional del Medio Ambiente), Brasil, 2000.
- Cuenca de la Matanza - Riachuelo y la franja costera del Río de la Plata, ACUMAR.
- AIC (Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas Río Limay, Neuquén y Río Negro.
- Decreto 831/93, Ley Provincial 24.051, para desechos peligrosos.

A partir de ellas se elaboró la siguiente guía de parámetros para uso recreacional con contacto directo (Tabla 1)

**Tabla1.** Valores guía de parámetros para análisis de calidad del agua. Uso: recreacional con contacto directo

	Parámetro	Límite Adoptado por el Observatorio de Agua Olavarría (2017)
Mediciones <i>in situ</i>	pH	6,5 - 9,0
	OD	> 5 mg O <sub>2</sub> /L
Componentes orgánicos	DBO <sub>5</sub>	< 10 mg O <sub>2</sub> /L
	HCT	< 0,3 mg/L
	Fenoles	< 0,005 mg/L
Componentes mayoritarios	Cl <sup>-</sup>	< 250 mg/L
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	< 250 mg/L
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 10 mg/L
Componentes minoritarios	F <sup>-</sup>	< 1,5 mg/L
	As	< 0,05 mg/L
	Zn	< 5 mg/L
Otro	SAAM	< 0,5 mg/L
Componentes bacteriológicos	<i>E. Coli</i>	< 200 NMP/100 mL o Ausente
	<i>Coli. fecales</i>	< 1000 NMP/100 mL

A la fecha se han presentado dos informes de las actividades realizadas, uno del año 2018 con los resultados obtenidos en 4 muestreos estacionales (de marzo del 2017 a febrero de 2018) y otro en el año 2019 con los resultados de 4 muestreos estacionales (de mayo del 2018 a febrero del 2019), en los 11 puntos preestablecidos, en las ciudades de Olavarría y Tapalqué, 10 de ellos en el A° Tapalqué y uno en el A° Nieves de Olavarría.

En general se aprecia un comportamiento bastante regular del contenido de las especies químicas disueltas que se cuantificaron, con variaciones en el tiempo relacionadas principalmente con eventos de lluvia. Son aguas alcalinas, con valores de pH concordantes con la presencia de iones carbonatos, con una tendencia a disminuir en el invierno por el aumento de la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto. De acuerdo a su contenido salino se la clasifica como oligohalinas y bicarbonatadas sódicas. Son pocos los parámetros químicos (fluoruros y pH principalmente) que en ocasiones superan los límites adoptados para uso recreacional. Respecto al contenido bacteriológico, existe una gran variabilidad, lo que hace que no haya podido establecerse una caracterización acabada del recurso.

En el presente informe se presentan y analizan los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los años 2019, 2020 y 2021. Teniendo en cuenta lo proyectado en las primeras conclusiones, se intensificaron los números de muestreos para las determinaciones bacteriológicas en las zonas de mayor uso recreativo y en algunos casos se incluyó además la determinación de *Enterococos fecales* (EF). Su presencia en el ambiente indica contaminación de origen fecal y riesgo de aparición de gérmenes patógenos (Díaz Pérez et.al, 2010), ya que forma parte de la microbiota del tracto gastrointestinal del hombre y de los animales de sangre caliente y son excretados junto con las heces. El grupo Enterococos es considerado buen indicador, poseen más mecanismos de resistencia que los coliformes ya que sobreviven a condiciones de pH entre 4,6 a 9,6-10 y a temperaturas que van de 10°C a 45°C. Los límites establecidos por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 33 EF/100 mL, siendo éstos los niveles guías internacionales con los que se comparan.

Según Geldreich y Kenner (1969) a partir de la relación entre los Coliformes fecales y los EF encontrados en una muestra de agua, es posible inferir el origen predominante de la contaminación, considerando el grupo de microorganismo que predomina en el intestino humano y animal. Estas nuevas determinaciones fueron llevadas a cabo en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería (FIO) de la UNCPBA, en el marco de una beca BICT 2020, de la alumna Gabriela Uranga, con la dirección de la Dra. Carolina Iraporda y la codirección de la Esp. Viviana Colasurdo, participante del programa Observatorio del Agua de Olavarría.

## MATERIALES Y METODOS

En la Tabla 2 y la Figura 1 se muestra la ubicación de los lugares de muestreo acordados desde el inicio del programa

**Tabla 2.** Coordenadas y ubicación de los puntos de muestreo

Localidad	Punto de Muestreo	Coordenadas	Observaciones
Partido de Olavarría	P1: Querandíes	-30.007944 -60.384600	Zona rural próxima a las nacientes del arroyo. Aguas claras y poco profundas
	P2: Circunvalación SUR	-36.914515 -60.356775	Zona rural. Aguas claras con mayor profundidad
	P3: Balneario CAE	-36.894740 -60.333975	Zona urbana. Uso recreativo
	P4: Parque Ezeverri	-36.878843 -60.310525	Zona urbana
	P5: Puente Sierra Chica	-36.833798 -60.256326	Zona periurbana. Aguas abajo de la ciudad de Olavarría y de la descarga de la planta depuradora de líquidos cloacales
	P6: Balneario San Miguel (A° Nievas)	-36.952538 -60.106647	Zona urbana. Uso recreativo
Partido de Tapalqué	P7: Puente camino a Crotto	-36.647069 -60.104697	Zona rural
	P8: Punta Tello	-36.363801 -60.037276	Zona periurbana
	P9: Toma de agua ABSA	-36.352532 -60.037253	Zona urbana. Aguas arriba de la toma de agua
	P10: Balneario Tapalqué	-36.349040 -60.035603	Zona urbana. Uso recreativo
	P11: Salida planta depuradora	-36.341968 -60.029176	Zona periurbana. Aguas abajo del ducto de salida al arroyo

**Olavarría**



**Tapalqué**



**Figura 1.** Ubicación de los puntos de muestreo en las ciudades de Olavarría y Tapalqué

La toma y conservación de muestras, y los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos se realizaron según Métodos Normalizados (APHA, AWWA, WPCF, 1992).

Las determinaciones fisicoquímicas que se vienen llevando a cabo son: pH, temperatura (T), conductividad eléctrica (CE) y Sólidos Totales Disueltos (STD) *in situ*, con medidor multiparamétrico Hach Sension 156. El resto de las determinaciones se realizan en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA: carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y

bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) por titulación con ácido clorhídrico, sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ) por fotometría de llama con fotómetro Zeltec ZF 240, calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) por titulación con EDTA, cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) por titulación con nitrato de plata y sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) por gravimetría. Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y fluoruros ( $\text{F}^-$ ) por espectrofotometría. Arsénico por espectrofotometría de absorción atómica. EF mediante técnica de fermentación en tubos múltiples

En el Laboratorio de Bromatología de la Municipalidad de Olavarría se determinan *Coliformes fecales* NMP/100 mL (CF) y ausencia/presencia de *Escherichia coli* /100 mL (EC).

Cabe aclarar que algunos de los parámetros contemplados en la guía elaborada no se han determinado, por falta de equipamiento específico y/o presupuesto para hacerlo, y se han incluido otros parámetros no contemplados, para tener un conocimiento más general de la característica del agua superficial de la cuenca.

Para el presente informe, se tuvieron en cuenta 5 series de muestreos bacteriológicos de 5 tomas semanales cada una, llevadas a cabo en el partido de Olavarría. De esta forma para cada serie, es posible calcular la media geométrica y así disminuir la dispersión estadística, aumentar el intervalo de confianza y minimizar el error obtenido. En dos oportunidades se llevaron a cabo las determinaciones fisicoquímicas.

En la Tabla 3 se presentan las fechas de muestreo, los puntos muestreados y las determinaciones realizadas. Vale aclarar que durante el año 2020, a causa del asilamiento social preventivo y obligatorio por CORONAVIRUS- COVID 19, se pudo muestrear hacia finales de año. Por cuestiones de logística sólo en una oportunidad se realizaron muestreos en la ciudad de Tapalqué.

**Tabla 3.** Fechas de muestreo, puntos de muestreo y determinaciones realizadas

Fecha	Puntos muestreados	Determinaciones fisicoquímicas	Determinaciones bacteriológicas
<b>2019</b>			
13/05	P1, P2, P3, P4, P5, P6	pH, CE, STD	CF, EC
02/09	P2, P3, P6, P8; P9, P10, P11	Completo	CF, EC
09/09 18/09 26/09 02/10	P2, P3, P6	-	CF, EC
<b>2020</b>			
17/11 26/11 01/12 09/12 15/12	P2, P3	-	CF, EC, EF
<b>2021</b>			
02/03 10/03 16/03 23/03 29/03	P2, P3	-	CF, EC, EF
29/03	P2, P3	Completo	
08/06 15/06 22/06 29/06 06/07	P2, P3	-	CF, EC, EF
Septiembre- octubre 2021	P2, P3		CF, EC

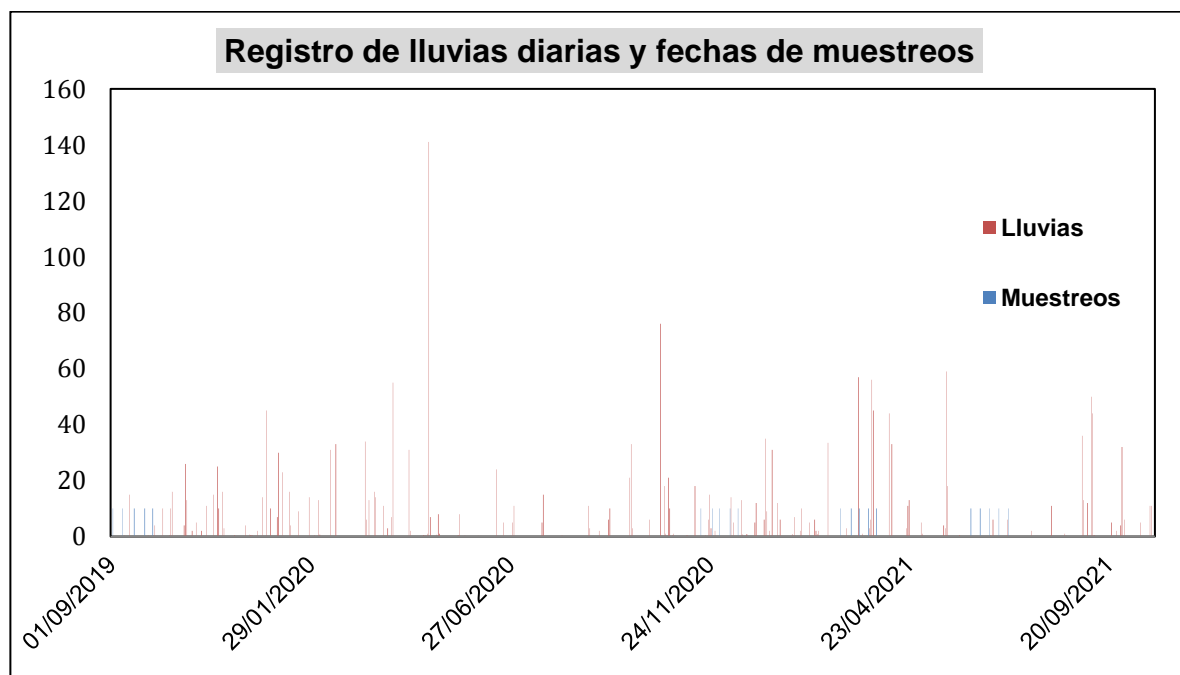
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas en los diferentes puntos de muestreo de los arroyos Tapalqué y Nieves

**Tabla 4.** Resultados obtenidos de las determinaciones fisicoquímicas realizadas. Todos los iones en mg/L del ion, STD en mg/L, DT en mg/L de CaCO<sub>3</sub>, CE en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C, ND: no detectable. En rojo los valores que superan los límites de referencia

	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH	CE	STD	T	DT	As
13/5/19																		
P1													8,33	1242	887			
P2													8,98	945	665			
P3													9,03	928	658			
P4													8,69	933	661			
P5													8,11	887	631			
P6													8,53	818	576	13,4		
2/9/19																		
P2	26,3	12,8	209,6	1,4	35		35,4	26,2	469,8	2,8	ND		8,89	963	683	14,1	118,2	
P3	19,7	14,4	199,2	1,4	35		36,6	43,6	465,4	2,7	ND		8,99	955	681	13,5	108,4	
P6	26,3	21,5	118,8	1,6	20		9,5	17,4	434,3	1,4	ND		8,78	746	528	12,5	154,3	
P8	28,9	19,2	201,5	1,7	44		46,5	47,9	474,2	2,3	ND		9,11	1040	752	13,3	151,1	
P9	31,5	19,2	208,5	1,7	43		63,4	47,9	469,8	2,5	ND		9,05	1061	752	11,7	157,6	
P10	30,2	19,2	196,8	1,65	44		51	43,6	452,1	2,4	ND		9,04	1066	748	10,8	154,3	
P11	31,5	19,2	208,5	1,8	49		37,9	47,9		2,2	ND		8,96	1115	791	11,6	157,6	
29/3/21																		
P2	17,3	4,0	22,1	1,1	5	0,98	37	4,4	110,8	1,4	0,19	0,86	8,89	221	162		59,7	0,054
P3	16,4	5,0	19,8	0,87	4	1,37	25,5	2,2	110,8	1,5	0,33	0,69	8,90	214	151		61,6	0,054

Para poder explicar algún comportamiento observado también se tuvieron en cuenta los registros de lluvia, ya que estos eventos influyen en las características del recurso. En la Figura 2 se muestra el registro de lluvia diario desde septiembre de 2019 a octubre de 2021 y las fechas de muestreo.



**Figura 2.** Registros de lluvia y fechas de muestreos

Comparando los resultados obtenidos en las determinaciones fisicoquímicas con los de los años anteriores, se observa un comportamiento similar de los mismos. Cabe aclarar que a partir del 2021 se incorporó la determinación cuantitativa de arsénico.

Flúor, pH y arsénico son los parámetros que en ocasiones superan los límites considerados. Los valores de pH pueden estar relacionados con cambios en la temperatura y con la actividad biológica, entre otros factores. En general el flúor y el arsénico son componentes de origen natural. La fuente más importante en la zona bajo estudio es la disolución, por parte del agua que compone al acuífero, de los fragmentos de vidrio volcánico y de los minerales que lo contienen en su composición, que se encuentran ampliamente distribuidos en los sedimentos de la llanura Pampeana (Nicolli et al., 1989). Como los cursos de agua superficial de la cuenca se alimentan de esta agua subterránea, esto se refleja en su composición.

En el muestreo del 29/3/21 es notable la dilución observada en todos los parámetros, debido a un evento de lluvia sucedido el 27/3/21 (Figura 2)

En la Tabla 5 se muestran los resultados de análisis bacteriológicos realizados en los puntos de muestreo de mayor uso recreativo en la ciudad de Olavarría. Se incluye además el porcentaje de CF que no superan los 1000 NMP/100 mL en cada serie de datos.

**Tabla 5.** Resultados obtenidos de las determinaciones bacteriológicas realizadas en los lugares de uso recreativo en la ciudad de Olavarría y porcentajes que exceden los niveles guía. Coli F y Enterococos en NMP/100 mL. E.Coli: 1 indica presencia, 0 ausencia. En rojo los valores que superan los niveles guía

P6: COLONIA SAN MIGUEL							
	02/09/19	09/09/19	18/09/19	26/09/19	02/10/19	Media geométrica	% CF < 1000
Coli F	11000	43	430	430	460	525,9	80%
E. Coli	0	0	1	0	1		
P2: CIRCUNVALACIÓN SUR							
	02/09/19	09/09/19	18/09/19	26/09/19	02/10/19		
Coli F	43	23	93	9	43	32,4	100 %
E. Coli	1	1	1	1	1	1	
	17/11/2020	26/11/2020	01/12/2020	09/12/2020	15/12/2020		
Coli F	90	230	230	230	30	126,9	100%
Enterococos	30	20	460	43	240	77,8	
E. Coli	1	1	1	1	1		
Relación CF/EF	3,0	11,5	0,5	5,3	0,1	1,6	
Origen	mixto	humano	animal	humano	animal	Mixto	
	02/03/2021	10/03/2021	16/03/2021	23/03/2021	29/03/2021		
Coli F	40	30	43	23	1100	66,6	80%
Enterococos	7	240	15	23	1100	57,7	
E. Coli	1	1	0	0	1		
Relación CF/EF	5,7	0,1	2,9	1,0	1,0	1,2	
Origen	humano	animal	mixto	mixto	mixto	Mixto	
	08/06/2021	15/06/2021	22/06/2021	29/06/2021	06/07/2021		
Coli F	240	23	23	14	23	33,3	100%
Enterococos	23	23	43	43	9	24,5	
E. Coli	1	1	1	0	0		
Relación CF/EF	10,4	1,0	0,5	0,3	2,6	1,4	
Origen	humano	mixto	animal	animal	mixto	Mixto	
P3: CLUB ESTUDIANTES							
	02/09/19	09/09/19	18/09/19	26/09/19	02/10/19		
Coli F	23	23	2400	93	43	87,3	80%
E. Coli	1	1	1	1	1	1	
	17/11/2020	26/11/2020	01/12/2020	09/12/2020	15/12/2020		
Coli F	750	1500	11000	40	430	733,9	60%
Enterococos	240	1100	1100	40	75	244,4	
E. Coli	1	1	1	1	1		
Relación CF/EF	3,1	1,4	10,0	1,0	5,7	3,0	
Origen	mixto	mixto	humano	mixto	mixto	mixto-humano	



	02/03/2021	10/03/2021	16/03/2021	23/03/2021	29/03/2021		
Coli F	230	150	93	43	1100	172,3	80%
Enterococos	460	21	23	240	460	119,7	
E. Coli	0	0	1	1	0		
Relación CF/EF	0,5	7,1	4,0	0,2	2,4	1,4	
Origen	animal	humano	mixto	animal	mixto	Mixto	
	08/06/2021	15/06/2021	22/06/2021	29/06/2021	06/07/2021		
Coli F	240	23	460	43	23	75,9	100%
Enterococos	43	43	93	43	9	36,7	
E. Coli	1	1	1	1	1		
Relación CF/EF	5,6	0,5	4,9	1,0	2,6	2,1	
Origen	mixto	humano	humano	animal	humano	Mixto	

En general se evidencia variabilidad en el contenido de microorganismos.

En los muestreos del 29 de marzo y 7 de septiembre del 21, se observa un aumento de los recuentos de los grupos bacterianos estudiados, luego de las lluvias registradas los días previos a la toma de dicha muestra, como consecuencia de la influencia de las aguas que recoge el arroyo por escorrentía.

Los estándares internacionales habitualmente aplicados son los de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) [Hederra R 1996]: NMP CF <1000/100ml en el 90% de las muestras, o los de la Unión Europea: NMP CF <2000/100ml en el 95% de las muestras. Por otro lado el CONAMA (Brasil), en la Resolución n°274 del 2000, definió el límite admisible para CF (termotolerantes) en aguas para uso recreativo directo, cuando el 80% o más de un conjunto de muestras tomadas en 5 semanas anteriores en el mismo lugar, en NPM CF < 1000/100 mL. En nuestro caso los mayores porcentajes corresponden a las épocas más frías del año. Cabe aclarar que existen organismos internacionales, como la EPA, que considera límites más estrictos. Para el caso de los CF, el nivel guía establecido es 200 NMP/100 mL. Si tuviéramos en cuenta dicho límite, los porcentajes analizados se verían disminuidos considerablemente

Para determinar el posible origen de la contaminación con CF y EF en muestras de agua del Arroyo Tapalqué, se calculó la relación CF/EF, considerando que valores  $\geq 4$ , indicarían contaminación derivada de residuos urbanos humanos, valores  $\leq 0,7$  indicarían contaminación predominante de origen animal y valores entre 2 y 4 indicarían polución mixta, predominante de origen humano. En la Tabla se presentan las medias geométricas de los valores de la relación CF/EF obtenidos en las 3 series de muestreos donde se determinaron EF, en los puntos 2 y 3.

Relación CF/EF	Nov - Dic 2020	Mar-21	Jun - Jul 2021
<b>P2</b>	1,6	1,2	1,4
<b>P3</b>	3,0	1,4	2,1

Se observa que en su mayoría el origen de la contaminación sería mixto, es decir que proviene de heces tanto de origen animal como humano.

## CONCLUSIONES

La contaminación por materia fecal es el principal punto por el cual sería necesario concientizar a la población, sobre el uso del arroyo de manera recreativa y tener en cuenta que el riesgo real que tiene un bañista de contraer una enfermedad también depende de la patogenicidad del microorganismo y de factores individuales como la predisposición del hospedador o comportamiento del bañista (tiempo y tipo de inmersión, modalidad de baño, distancia recorrida, edad, sexo, etc)

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ APHA-AWWA-WPCF. 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid, España.
- ✓ Díaz Pérez, M, Rodríguez Martínez, C, & Zhurbenko, R, (2010). "Aspectos Fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*; 48(2) 147-16.
- ✓ Geldreich EE & Kenner BA 1969. Concepts of faecals streptococci in stream pollution. *J. Wat. Poll. Cont. Fed.*, 41 R336.
- ✓ Godfree, A. F., D. Kay y M. D. Wyer, 1997. Faecal streptococci as indicators of fecal contamination in Water. *Journal of Applied Microbiology. Symposium Supplement 83*: 110S-119S.
- ✓ Hederra, R., 1996. Manual de Vigilancia Sanitaria. Serie HSP-UNI/Manuales Operativos PALTEX Org. Pan. de la Salud, Washington.
- ✓ Nicolli, H.B., Suriano, J., Gómez Peral, M., Ferpozzi, L. y Baleani, O. 1989. Groundwater contamination with arsenic and other trace elements in an area of the Pampa, Province of Cordoba, Argentina. *Environm. Geol. Water Sci.* 14 (1): 3-16.
- ✓ Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2003. Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente. República Argentina.