



Artículo: COMEII-15015

I CONGRESO NACIONAL COMEII 2015

Reunión anual de riego y drenaje

Jiutepec, Morelos, México, 23 y 24 de noviembre

ANÁLISIS DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO 085, LA BEGOÑA GUANAJUATO

Anai De la Torre-González¹, Nami Morales-Durán¹, Víctor García-Sánchez¹, Carlos Chávez²

¹Laboratorio de Microbiología Molecular, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto. Anillo vial Fray Junípero Serra; 76140 Santiago de Querétaro, Qro.

²Centro de Investigaciones del Agua, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de Las Campanas S/N, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétaro, Qro.

Resumen

El análisis de la calidad del agua, es fundamental para disminuir el riesgo potencial de contaminación en los cultivos. A simple vista, la calidad del agua no puede ser estimada, es necesario emplear parámetros y lineamientos estipulados en normas que indican los límites máximos permitidos para cada caso. Las bacterias coliformes son un excelente indicador de la calidad del agua, por lo que en el presente estudio mediante el uso de estos organismos se evaluó la calidad en diferentes puntos de toma de muestra del Distrito de Riego 085 La Begoña Guanajuato. Los resultados encontrados muestran que el agua sale de la presa con un grado de contaminación ligera; sin embargo, aguas abajo al irse aproximando a la zona de riego, ésta se va contaminando por diferentes fuentes que descargan al río y a los canales principales. Como casos particulares, se detectó que la calidad del agua de la presa Guadalupe, la Derivadora Guadalupe y la Derivadora de Soria no cumplen los requerimientos de calidad bacteriológica.

Palabras clave: Coliformes fecales, indicadores de contaminación, agua, microbiología.



Introducción

La calidad del agua está determinada por diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos (García, 2012). Los límites mínimos y máximos de estos parámetros están estipulados en diversas normas oficiales mexicanas como la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014. Sin embargo, la calidad de los cuerpos de agua ha disminuido como consecuencia de actividades humanas (Wolf, 2011), tales como la intensificación de procesos industriales², descarga de desechos domésticos en afluentes (Hamilton *et al.*, 2006; Akrong *et al.*, 2012), la erosión de suelos y la filtración de químicos agrícolas (Akrong *et al.*, 2012; Mehboob, 2014) a cuerpos subterráneos de agua que contribuyen significativamente al deterioro de la calidad de agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece a las bacterias *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes (pertenecientes a los géneros *Enterobacter* y *Klebsiella*) o fecales como indicadores; ya que residen en el intestino de animales de sangre caliente e indican la presencia potencial de contaminación fecal (Gruber *et al.*, 2014). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en el Distrito de Riego 085 mediante la concentración de coliformes fecales.

Materiales y métodos

Descripción de los sitios de toma de muestra

El Distrito de Riego 085, La Begoña, está ubicado en el estado de Guanajuato. Posee una superficie total de 12 600 ha. Este distrito engloba a los módulos Neutla, Comonfort, Margen Izquierda y Margen Derecha (Figura 1). El módulo Neutla se abastece de la presa Isidro G. Orozco. Los módulos Comonfort, Margen Izquierda y Margen Derecha se abastecen de la Presa Ignacio Allende (SEDEA, 2012). El análisis de agua se realizó en 16 diferentes puntos que se muestran en la Cuadro 1.

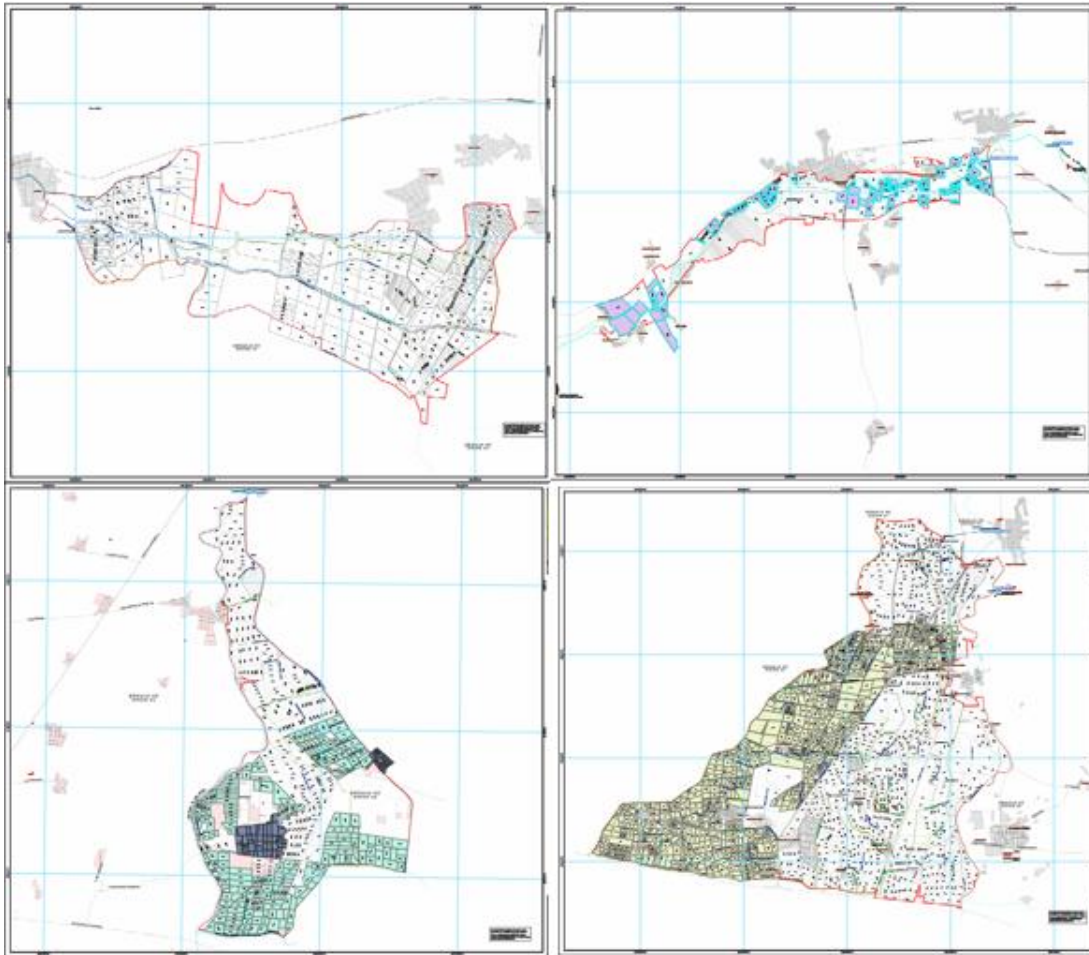


Figura 1. Módulos que conforman el DR 085.

Toma de muestra

Los puntos de toma de muestra fueron seleccionados dependiendo de la disponibilidad de agua en zonas de los Distritos de Riego; procurando que fueran zonas representativas y que estuvieran situados de manera uniforme en todo el Distrito. Las muestras de agua se obtuvieron durante el mes de junio, fueron colectadas en frascos de 100 ml y se mantuvieron en oscuridad hasta su análisis en el laboratorio. En cada punto de toma de muestra se realizaron mediciones de pH, temperatura, sólidos disueltos y conductividad eléctrica con el medidor multiparamétrico portátil HI9813-5.

Análisis de coliformes

En condiciones de esterilidad, las muestras se homogenizaron y realizaron diluciones a cada muestra con agua destilada estéril dependiendo de la turbidez del agua. Se tomó un mililitro de la muestra diluida y se inoculó en placas Petrifilm para coliformes y enterobacterias, siguiendo las instrucciones del fabricante. Las placas fueron incubadas a



37°C por 24 horas. El conteo de coliformes se llevó a cabo por el método aprobado por la Asociación Francesa de Normalización el cual consiste en contar todas las colonias rojas con o sin producción de gas. Se empleó un contador de colonias para el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) bacterianas. En casos donde el crecimiento de colonias fue abundante (mayor a 150 UFC), se realizó el conteo mediante cuadrantes, se seleccionaron varios cuadrantes representativos y se obtuvo el promedio de las colonias obtenidas, al final se multiplicaron por 20 (ya que el área de crecimiento de la placa es de 20 cm²) para obtener el número de UFC aproximado.

Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados con la prueba ANOVA y la prueba de comparación múltiple HSD de Tukey.

Resultados

Contar con agua de calidad es uno de los factores más importantes para el mantenimiento del bienestar y la salud (Haro *et al.*, 2012), prevenir la contaminación del agua que es destinada a riego de cultivos cuyo producto es consumido por la población, ayuda a la prevención de diversas enfermedades, entre ellas las enfermedades gastrointestinales que son un problema serio para el sector salud. En el control de dicha calidad se vuelve indispensable tener un panorama sobre la calidad de agua en presas, ríos, canales etc. usados en el riego agrícola, como indicador para garantizar cultivos inocuos.

Sin embargo estos estudios han sido rezagados, por la falta de interés en la calidad del agua que llega al sector agrícola. En nuestros resultados se puede observar que la Derivadora Guadalupe (Figura 2) excede en forma significativa ($\alpha=0.05$) el límite establecido por La Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014.



Cuadro 1. Descripción de las condiciones de temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, potencial de hidrógeno (pH) y promedio de las unidades formadoras de colonia (UFC) para coliformes del Distrito de Riego 085.

Nombre	Temperatura °C	Conductividad eléctrica mS/cm	Sólidos disueltos (PPM)	pH	Promedio de UFC por 100ml			Tipo de agua según la carga de coliformes fecales (NOMCCA-033-ECOL/1993)	Tipo de agua según la carga de coliformes totales (NOMCCA-033-ECOL/1993)
					Coliformes totales	Coliformes fecales	Enterobacterias productoras de gas		
Río Laja	19.7	0.76	474	8.4	12567	1467	770	TIPO 3	-
Derivadora Guadalupe	20.9	0.26	193	7.6	6167	2900	560	TIPO 3	-
Canal proveniente de la Derivadora Guadalupe	20.6	0.24	177	7.5	9900	5633	596	TIPO 3	-
Canal de la Derivadora de Soria	20.2	0.21	160	8.2	9433	4733	563	TIPO 3	-
Aguas arriba de la Derivadora	21.9	0.23	169	7.7	17933	5133	583	TIPO 3	-
Mariano Arista, Río Laja	21.4	0.22	166	8.1	27533	14667	7633	TIPO 3	-
Puente Río Laja	20.3	0.23	170	8.4	13300	10033	8166	TIPO 3	-
Presa Ignacio Allende	24.4	0.24	176	8.4	100	33	13	TIPO 2	TIPO 1
La Begoña, Estación de Aforo	20.6	0.23	172	7.9	967	433	93	TIPO 3	TIPO 1
Dren Km 6 + 800	23.3	0.72	503	7.1	9867	3300	3813	TIPO 3	-
Descarga de la Planta tratadora México - Japón	29.3	1.2	866	8.4	7200	10667	1573	TIPO 3	-
Dren principal La Roña 9 + 150	25.7	1.48	1096	7.7	9900	7633	1030	TIPO 3	-
Dren Camargo	24	1.96	1460	7.9	11067	4567	700	TIPO 3	-
Descarga Valtierra	22.6	0.8	563	7.4	0	0	0	-	-
Descarga Planta de tratamiento Celaya	24.8	1.89	1389	8.3	8033	4633	1070	TIPO 3	-
Punto de Aforo 1	22.2	0.24	175	8.8	22067	9933	8933	TIPO 3	-

Nota: El guion “-” se empleó para datos que no entran en la clasificación de acuerdo a la norma. El signo “x” se empleó para muestras que no presentaron coliformes totales y que no entran dentro de la clasificación de la norma.

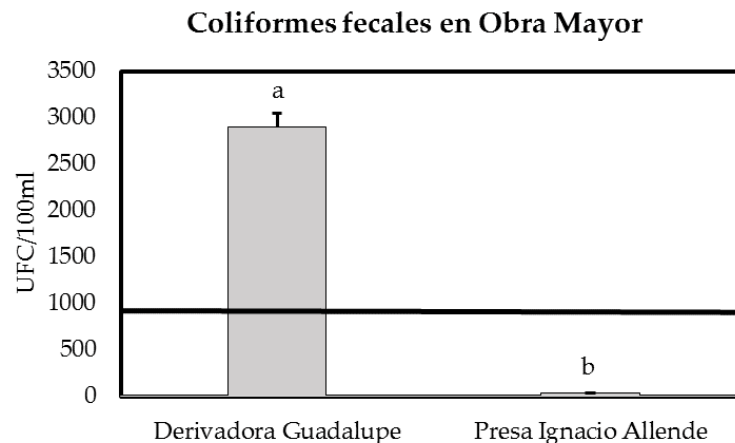


Figura 1. Total de UFC en agua de distintas Obras Mayores del Distrito de Riego 085, La Begoña. La línea indica el límite máximo permisible de coliformes fecales (1000/100ml UFC) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014. Las letras sobre las barras indican diferencias estadísticas entre los puntos.

Con respecto a la presa San Miguel Allende, que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos por la ley, puede atribuirse a que la cantidad de agua almacenada es mayor en comparación con la presa Guadalupe y por ende se refleja en una menor concentración de coliformes fecales. Otro factor que puede influir en una mayor o menor

carga de coliformes son las diferentes descargas de aguas residuales que reciben ambas presas, sin embargo es un dato que se sigue investigando para poder identificar y sustentar la causa de la diferencia en la concentración de coliformes fecales.

En el caso de los canales en los que se tomaron muestras (Figura 3), ambos se encontraron por arriba del límite que establece La Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014 y no se identificaron diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) entre ellos en el nivel de contaminación con coliformes fecales.

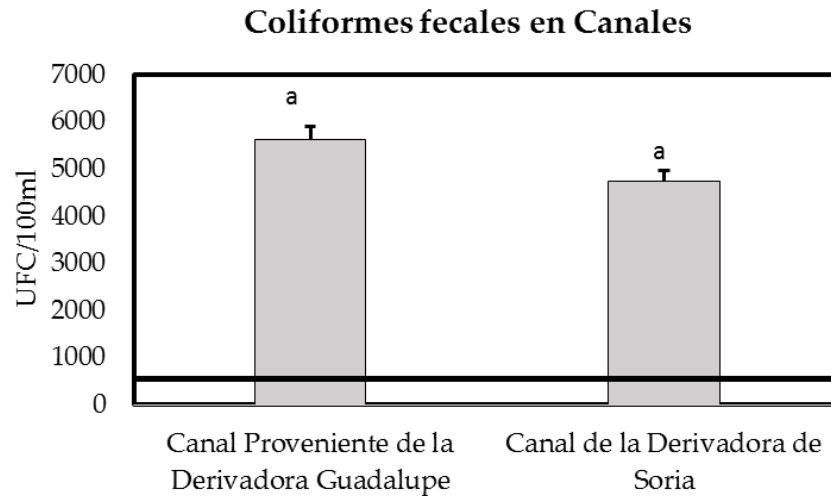


Figura 2. Total de UFC en agua de distintos canales del Distrito de Riego 085, La Begoña.

La línea indica el límite máximo permisible de coliformes fecales (1000/100ml UFC) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014. Las letras sobre las barras indican valores estadísticamente iguales entre los puntos.

El Canal de la Derivadora de Soria, proviene de la presa San Miguel de Allende, cuyos niveles de contaminación se ubicaron por abajo del límite permisible, lo que es un indicador de que el agua es contaminada en su trayecto al punto de muestreo.

En las muestras del Río Laja, todas tuvieron diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) (Figura 4) en el contenido de coliformes fecales. El muestreo correspondiente a Mariano Arista en el Río Laja, fue el de mayor contaminación, sin embargo las muestras que corresponden a los puntos uno (P1) del Río Laja y Puente del Río Laja también se ubicaron por arriba del límite permisible. Mientras que la concentración de coliformes en la muestra del punto dos (P2) del Río Laja, se encontró por debajo del límite permisible.

Las diferencias que se observaron pueden atribuirse a que el agua del río está en constante movimiento y la carga bacteriológica difiere en las zonas, incrementándose donde se almacena el agua mayor tiempo, a pesar de ello estas diferencias no impiden que el agua llegue contaminada a los cultivos. Otro factor que puede influir en dicha diferencia



pueden ser las descargas que se encuentran a lo largo del trayecto de su cauce, sin embargo no fueron detectadas descargas durante el muestreo.

Coliformes fecales en Ríos

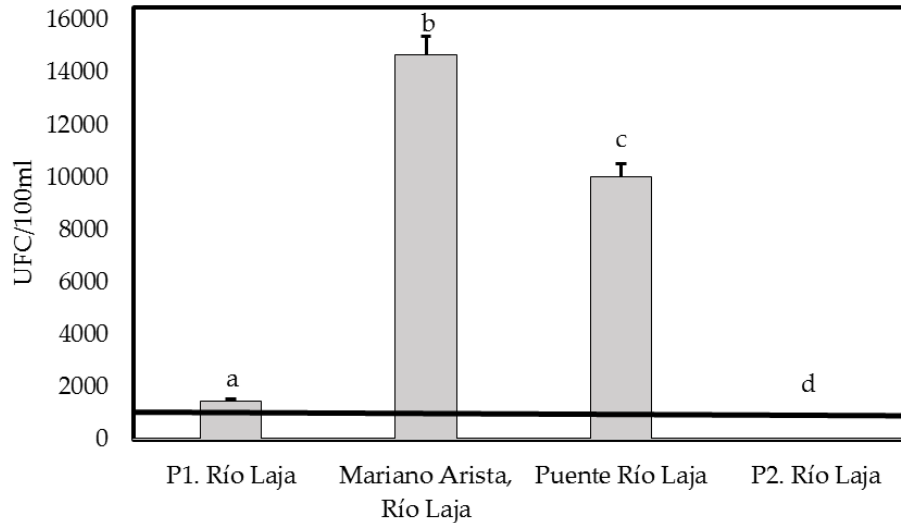


Figura 3. Total de UFC en agua de distintos ríos del Distrito de Riego 085, La Begoña. La línea indica el límite máximo permisible de coliformes fecales (1000/100ml UFC) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014. Las letras sobre las barras indican diferencias estadísticas entre los puntos.

En el caso de los sólidos disueltos en las muestras de las presas y de los canales, se encontraron dentro del límite que establece La Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014, como se puede observar en las Figuras 5 y 6. Caso contrario es el de las muestras que corresponden al punto uno y punto 2 del Río Laja, ya que sobrepasaron el límite que establece la norma, el caso de Mariano Arista y la muestra del Puente del Río Laja se encontraron dentro del límite permisible (Figura 7).

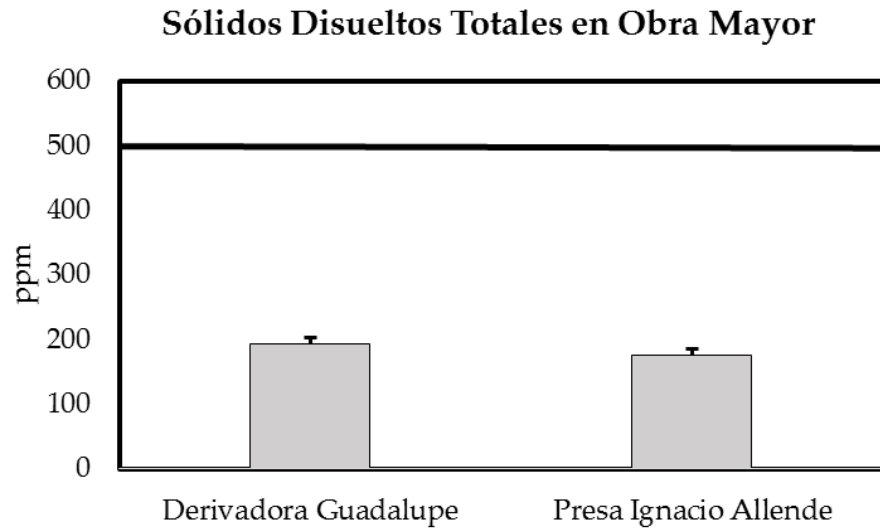


Figura 4. Sólidos Disueltos Totales (SDT) en agua de distintas Obras Mayores del Distrito de Riego 085, La Begoña. La línea indica el límite máximo permisible de SDT (500 ppm) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014.

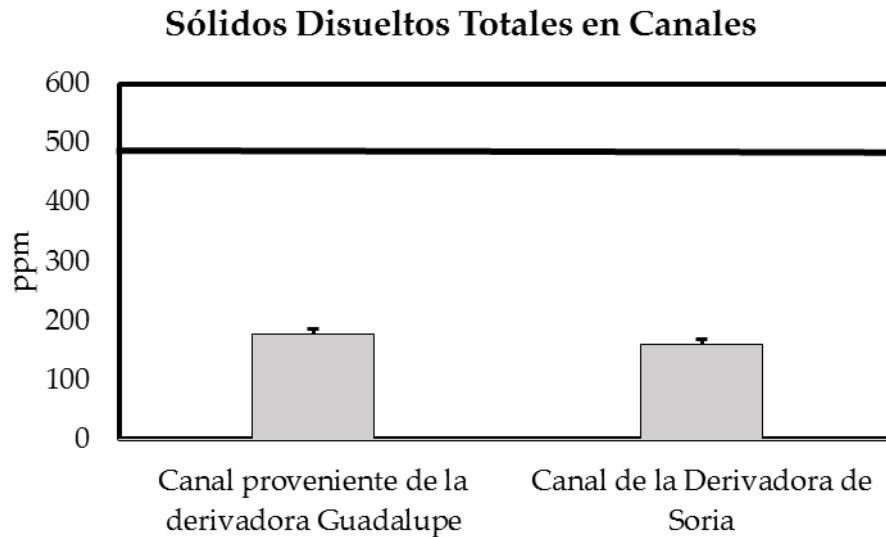


Figura 5. Sólidos Disueltos Totales (SDT) en agua de distintos canales del Distrito de Riego 085, La Begoña. La línea indica el límite máximo permisible de SDT (500 ppm) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014.

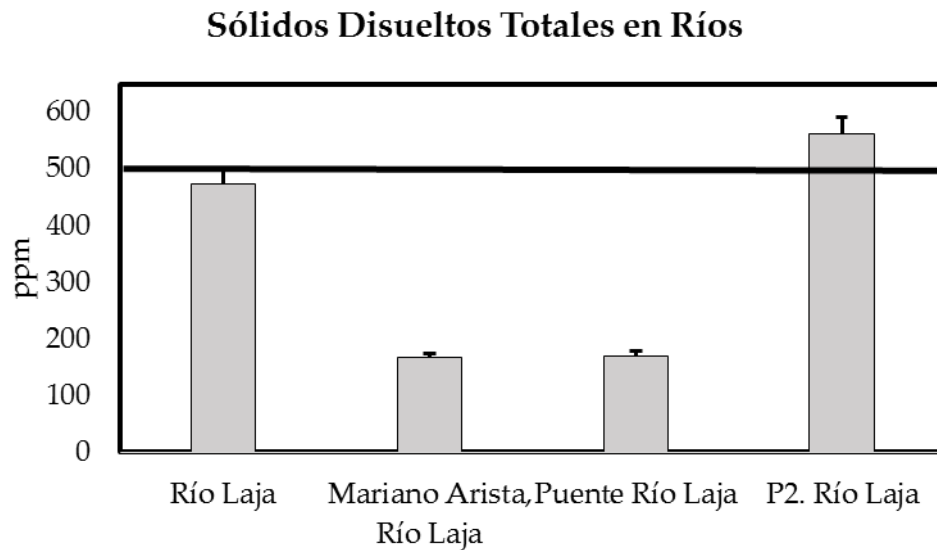


Figura 6. Sólidos Disueltos Totales (SDT) en agua de distintos canales del Distrito de Riego 085, La Begoña. La línea indica el límite máximo permisible de SDT (500 ppm) establecido por la Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014.

Conclusiones

La calidad del agua es indispensable para garantizar cultivos inocuos que no sean un riesgo para la población que los consume. Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que el agua de la presa Guadalupe, no cumple con los requerimientos de calidad bacteriológica y por ende debe ser monitoreada para identificar las diversas fuentes de contaminación que hacen que sobre pase los límites establecidos por La Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014 y poder disminuir la contaminación para que el agua sea segura para su uso en riego. Los canales de la Derivadora Guadalupe y de la Derivadora de Soria, también tuvieron niveles que sobrepasaron los límites permisibles.

Referencias

- Akrong, J. M. Ampofo & S. Danso. 2012. The Quality and Health Implications of Urban Irrigation Water Used for Vegetable Production in the Accra Metropolis. *Journal of Environmental Protection* 3, 1509–1518.
- García O. A. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. 6, 27 – 36.



- Gruber, J. S., Ercumen, A. & Colford, J. M., Jr. 2014. Coliform Bacteria as Indicators of Diarrheal Risk in Household Drinking Water: Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS ONE 9, e107429.
- Hamilton, A. J., Stagnitti, F., Premier, R., Boland, A.-M. & Hale, G. 2006. Quantitative Microbial Risk Assessment Models for Consumption of Raw Vegetables Irrigated with Reclaimed Water. Appl. Environ. Microbiol. 72, 3284–3290.
- Haro, J. Nubes, G. Calderón, O. 2012. Riesgos sanitarios en calidad bacteriológica del agua. Una evaluación en diez estados de la república mexicana. Región y sociedad.
- Mehboob, A. 2014. Microbial status of irrigation water for vegetables as affected by cultural practices. (Dept. of Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences).
- SEDEA. 2012. Programa de rehabilitación de obras hidroagrícolas del agua superficial. (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, 2012).
- Wolf-Rainer Abraham. 2011. Megacities as Sources for Pathogenic Bacteria in Rivers and Their Fate Downstream. ID 798292 13. doi:10.1155/2011/798292