

Ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes en la red de distribución de agua potable de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, en la provincia de Los Santos¹

Elys M. Vergara M.² y Carla L. Trelles G.³

¹ La información utilizada en este artículo, fue generada de la tesis Ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes en la red de distribución de agua potable de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, en la provincia de Los Santos; realizada como trabajo final para optar al título de Licenciatura en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología.

² Licenciatura en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología. Egresada de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnologías, Centro Regional Universitario de Azuero, Universidad de Panamá; elysvergar@hotmail.com.

³ Licenciatura en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología. Egresada de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnologías, Centro Regional Universitario de Azuero, Universidad de Panamá; carlalinet_12@hotmail.com.

Resumen: Esta investigación se realizó en la provincia de Los Santos, distritos de Los Santos, Guararé y Las Tablas. Con el objetivo de determinar la ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes en la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, se procedió a analizar muestras de agua en zonas altas y bajas de cada distrito. En cada zona se tomaron cinco muestras con sus respectivas réplicas, resultando veinte muestras por zonas, sesenta muestras por semanas, durante la temporada seca y lluviosa del año 2013; ellas fueron transportadas adecuadamente hasta el laboratorio y sometidas a análisis físicos, químicos y microbiológicos. Los resultados para coliformes demostraron diferencias significativas, tanto para puntos de colectas, época por punto de colecta y época por zona; mientras que para los estreptococos fecales, solo se encontró diferencias significativas para los puntos de colectas. Se registró una alta ocurrencia de coliformes (4.0 UFC/100 ml) lo que indica que no se está cumpliendo la norma para el agua potable establecida por la COPANIT, ni con las normas internacionales (colombiana y venezolana). La presencia de estreptococos fecales (1.5 UFC/100 ml) muestra contaminación en el agua estudiada.

Palabras claves: Coliformes, estreptococos fecales, agua potable, red de distribución, planta potabilizadora.

Abstract: This research was carried out in the districts of La Villa de Los Santos, Guarare, and Las Tablas, located in the province of Los Santos. With the main goal of determining the occurrence of fecal streptococcus and coliforms in the water supply distribution system of the potabilization plant, Rufina Alfaro, water samples from high and low areas of each of the mentioned districts were analyzed. Five water samples, each with their respective replicas were taken in each area, resulting this in 20 water samples of each area, 60 water samples per week both during the dry and the rainy season of 2013. These water samples were carefully transported to the laboratory where they were submitted to physical, chemical and microbiological analyses. The coliform results show signi-

ficant differences both in the water sampling points and in the seasons per area; whereas for the fecal streptococcus, significant differences were found in water sampling points. There was a high occurrence of coliforms (4.0 CFU/100 ml) which indicates that it is not in compliance with the drinking water standard established by the COPANIT, nor with the international standards (Colombia and Venezuela). The presence of fecal streptococcus (1.5 CFU/100 ml) shows contamination in the sample studied water.

Key words: Coliforms, fecal streptococcus, potable water, water supply distribution system, potabilization plant.

1. Introducción

La Organización Panamericana de la Salud (1997) señala que el agua potable no debe contener en ningún caso microorganismos considerados patógenos y debe estar libre de bacterias indicadoras de contaminación fecal.

La evaluación de contaminación de origen fecal en el agua de consumo humano es importante, debido a que se determinan microorganismos cuya presencia indica que la muestra estuvo expuesta a condiciones que permitieron la llegada de los mismos. Estos microorganismos se denominan indicadores de calidad sanitaria (Organización Mundial de la Salud, 1995).

Las bacterias coliformes son el principal indicador de la calidad del agua, para uso doméstico, industrial o de otro tipo. La experiencia ha demostrado que la densidad del grupo de los coliformes es un indicador del grado de contaminación y por tanto de la calidad sanitaria (American Public Health Association, 2000).

Igualmente, los estreptococos fecales han sido utilizados por las autoridades sanitarias en los diferentes países para evaluar la calidad de sus recursos hídricos (Marín, 2003).

Los factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el

agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento son: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH y material de las tuberías (Galarraga, 1984).

Para evaluar la ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes en la red de distribución de agua potable de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, en los distritos de La Villa, Guararé y Las Tablas, durante la época seca y época lluviosa, se realizó un trabajo de investigación, en el laboratorio de calidad de agua de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, para optar al título de Licenciatura en Biología.

Los objetivos del estudio fueron los siguientes:

- Cuantificar colonias de estreptococos fecales y coliformes a partir de muestras de agua potable obtenidas en la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro.
- Determinar el grado de ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes, en las zonas altas y bajas.
- Determinar el grado de ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes, entre la época seca y la época lluviosa.
- Verificar si se cumplen las normas de calidad de agua potable en los puntos de muestreo, según la COPANIT y las normas internacionales para el agua potable.

2. Materiales y métodos

2.1. Diseño experimental y ubicación del estudio

Se utilizó el diseño completamente al azar del tipo descriptivo, realizado en dos épocas del año; época seca, entre los meses de febrero y marzo de 2013 y la época lluviosa, entre los meses de septiembre y octubre de 2013, en los distritos de Los Santos, Guararé y Las Tablas. Los tres distritos elegidos para el estudio se dividieron en zonas altas y bajas; en cada una de estas zonas, se tomaron cinco muestras con sus respectivas réplicas, resultando 60 muestras por semanas, por un período de ocho semanas, arrojando un total de 480 por época y totalizando 960 muestras durante las dos temporadas. Se cuantificaron en UFC/100 ml las bacterias coliformes y estreptococos fecales como indicadores de contaminación.

2.2. Metodología de campo

Se realizó de acuerdo al Estándar Método (APHA-AWWA, 1995) en el que cada muestra fue tomada del grifo o plumas, en los diferentes puntos, esterilizando cada grifo con alcohol al 70% y dejando correr el agua por 3 minutos. Por cada muestra se tomaron 100 ml de agua potable.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, localizada en el corregimiento de San Agustín, provincia de Los Santos. Cada muestra fue transportada en envases de plástico con dos gotas de tiosulfato, bajo condiciones refrigeradas en hielera. En

cada punto donde se tomaron las muestras, se midieron parámetros físico-químicos: pH, cloro y turbiedad.

2.3. Metodología de laboratorio

La metodología utilizada se basó en la desarrollada por APHA-AWWA (1995). Se trata de métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Según el control de calidad para el proceso de filtro de membrana, cada membrana se colocó en platos Petri estériles, con medio de cultivo selectivo para el análisis de estreptococos fecales (KF Streptococcus Agar, más cloruro de trifeniltetrazolio) y coliformes (medio de cultivo Endo Les).

Los análisis estadísticos, aplicados a los resultados correspondieron a la tabla de análisis de varianza (Anova), figuras y cuadros, con sus respectivos resultados y normas microbiológicas, como se detalla a continuación.

3. Resultados y discusión

3.1. Parámetros microbiológicos evaluados

3.1.1. Coliformes

De acuerdo a los análisis realizados, con relación a coliformes, los resultados demostraron diferencias significativas, principalmente, a nivel de puntos de colecta y época por puntos de colecta. De igual forma, se hicieron comparaciones en las épocas, zonas y época por zona, las cuales no presentaron diferencias significativas (cuadro 1 y figura 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de coliformes en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según fuente de variación.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	Valor de probabilidad
Modelo	168.03	11	15.28	6.06	< 0.0001
Época	3.55	1	3.55	1.41	0.2359 nds
Puntos de colecta	86.67	2	43.33	17.20	< 0.0001**
Zona	4.32	1	4.32	1.71	0.1911 nds
Época x puntos de colecta	46.41	2	23.20	9.21	0.0001**
Época x zona	0.33	1	0.33	0.13	0.7189 nds
Puntos de colecta x zona	20.18	2	10.09	4.00	0.0189**

** Existen diferencias significativas (igual o menor a 0.05).
 nds: No existen diferencias significativas (mayor a 0.05).
 Fuente: Elaborado por las autoras.

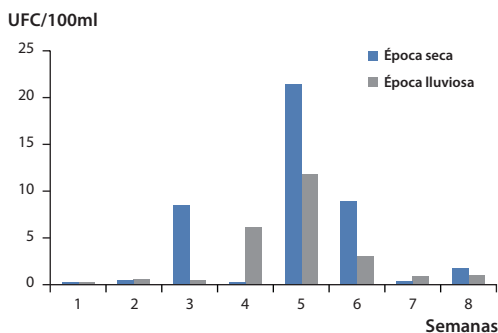


Figura 1. Ocurrencia de coliformes en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y semana.
 Fuente: Elaborada por las autoras.

Como se aprecia en la figura 1, durante la quinta semana, se encontró la mayor ocurrencia de coliformes en la red en ambas épocas; esto probablemente se debió a la construcción de la carretera La Villa-Las Tablas.

De la misma manera, podemos detectar la ocurrencia de coliformes a nivel de la red en los distintos distritos que abastece la planta, la cual se detalla en la figura 2.

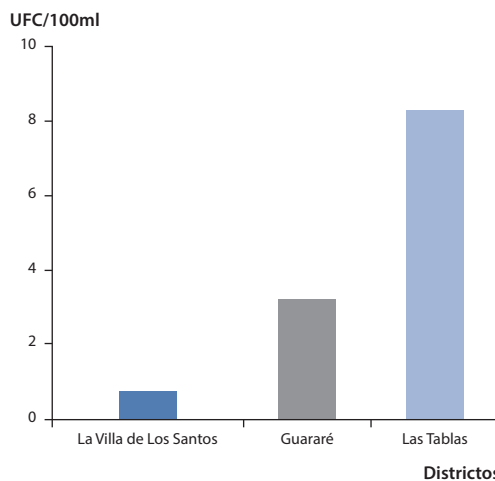


Figura 2. Ocurrencia de coliformes en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según distrito.
 Fuente: Elaborada por las autoras.

Los resultados en los puntos de colecta arrojaron diferencias significativas ($p < 0.0001$) durante las temporadas de muestreo (cuadro 1). La tendencia de los resultados demuestra que a medida que nos alejamos de la potabilizadora, hay mayor ocurrencia de

coliformes, a tal punto que la ocurrencia de coliformes es mayor en Las Tablas que en La Villa de Los Santos.

En la figura 3, podemos verificar la ocurrencia de coliformes con relación a la época (seca y lluviosa) y a los puntos de colecta.

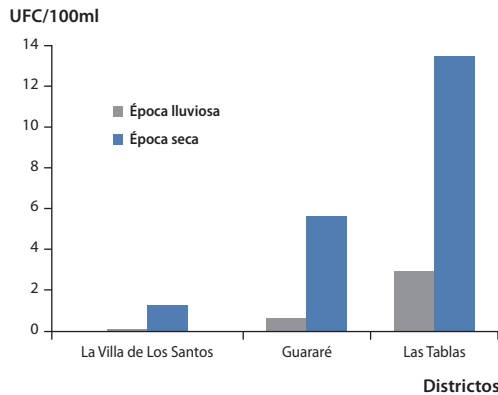


Figura 3. Comparación de la ocurrencia de coliformes de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y distrito.
Fuente: Elaborada por las autoras.

Se realizó una comparación entre cada época por punto de colecta, durante los muestreos, dando resultados significativamente diferentes ($p < 0.0001$) (cuadro 1); los resultados revelan que la época seca arrojó diferencias significativas en la ocurrencia de coliformes con relación a la época lluviosa; demostrando, de igual manera, el punto del distrito de Las Tablas con mayor ocurrencia en la época seca.

De manera similar se presentan, en la figura 4, los resultados arrojados para las redes de los distritos de Los Santos, Guararé y Las Tablas, en sus distintos puntos alto y bajo.

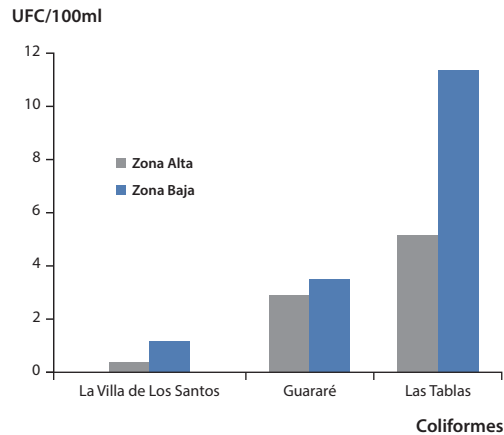


Figura 4. Ocurrencia de coliformes en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según zona y distrito.
Fuente: Elaborada por las autoras.

Como podemos notar, en la comparación conjunta entre puntos de colecta por zona, los resultados arrojaron diferencia significativa ($p < 0.0189$) (cuadro 1). Según el análisis aplicado a los resultados, se puede observar claramente que la zona baja presenta mayor ocurrencia de coliformes; demostrando que el distrito de Las Tablas, en la zona baja localizada en Santo Domingo, presentó una alta diferencia significativa en la ocurrencia de coliformes; este punto se considera muerto, ya que presentó los niveles más bajos de cloro. Estos resultados fueron encontrados en ambas épocas.

Este estudio coincide con los realizados por (Cortéz, 2012), al demostrar que las roturas de las tuberías, las altas temperaturas, la agitación y la distancia que recorre el agua procesada desde la planta potabilizadora hasta este punto, son problemas que afectan el desempeño del cloro a nivel de la red de abastecimiento.

3.1.2. Estreptococos fecales

El estudio realizado contempló, también, la ocurrencia de estreptococos fecales, cuyos resultados se presentan en el cuadro 2 y las figuras 5 y 6.

Los análisis realizados para estreptococos fecales no arrojaron diferencias significativas.

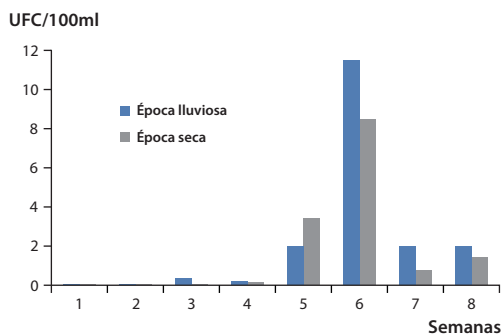


Figura 5. Evaluación de la ocurrencia de estreptococos fecales en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y semana.

Fuente: Elaborada por las autoras.

La figura 5 muestra a la época lluviosa con mayor ocurrencia de estreptococos fecales, aunque no hay diferencia significativa. Estudios realizados por Saavedra (2013) en muestras de agua potable, proveniente de la red de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, demostraron una alta ocurrencia de estreptococos fecales durante la época lluviosa. De la misma manera, podemos verificar la ocurrencia de estreptococos fecales a nivel de los puntos de colecta en los distritos de Los Santos, Guararé y Las Tablas, en la red que abastece a la planta, como aparece en la figura 6.

En esta figura, presentamos los resultados a nivel de puntos de colecta, los cuales demuestran que existen diferencias significativas ($p < 0.0004$) durante el muestreo (cuadro 2). Estos resultados determinan que el punto de colecta del distrito de Las Tablas, principalmente, presentó una alta ocurrencia de estreptococos fecales, en comparación con los puntos de colecta de Guararé y La Villa durante el muestreo.

Cuadro 2. Análisis de varianza para los estreptococos fecales en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según fuente de variación.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	Valor de probabilidad
Modelo	32.76	11	2.98	2.18	0.0146
Época	5.60 E-04	1	5.60 E-04	4.10 E-04	0.9839 nds
Puntos de colecta	22.11	2	11.06	8.08	0.0004**
Zona	0.20	1	0.20	0.14	0.7053 nds
Época x puntos de colecta	7.57	2	3.79	2.77	0.0638 nds
Época x zona	0.82	1	0.82	0.60	0.4386 nds
Puntos de colecta x zona	1.84	2	0.92	0.67	0.5100 nds

** Existen diferencias significativas (igual o menor a 0.05).

nds: No existen diferencias significativas (mayor a 0.05).

Fuente: Elaborado por las autoras.

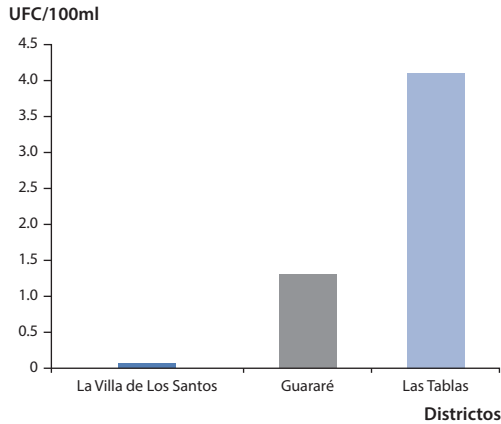


Figura 6. Ocurrencia de estreptococos fecales en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según distrito.

Fuente: Elaborada por las autoras.

Se realizaron comparaciones de los indicadores microbiológicos encontrados con las siguientes normativas vigentes: la norma técnica panameña DGNTI-COPANIT 21-393-99 y las normas internacionales (colombiana y venezolana), las cuales se presentan en la figura 7.

3.1.3. Análisis de indicadores microbiológicos de acuerdo a normas vigentes

Destacamos en esta figura que hay una alta ocurrencia de coliformes, arrojando un promedio de 4.0 UFC/100 ml durante nuestro estudio. En esta ocasión, no se están cumpliendo las normas para el agua potable, ya que la norma panameña DGNTI-COPANIT 21-393-99 y las normas internacionales (colombiana y venezolana) determinan que no debe existir presencia de unidades formadoras de colonias en 100 ml de agua potable. (UFC/100 ml).

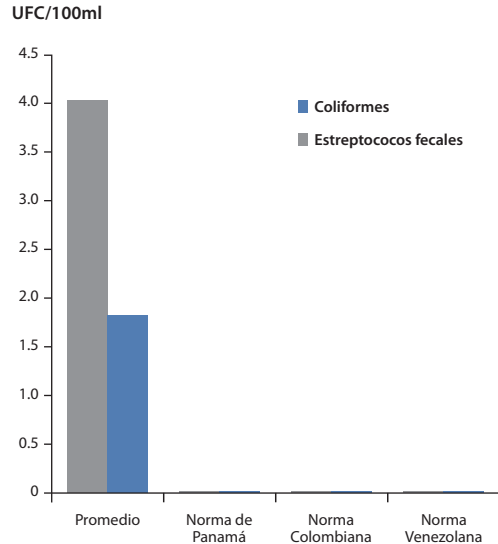


Figura 7. Comparación de los indicadores microbiológicos (coliformes y estreptococos fecales) evaluados versus la norma técnica panameña y normas internacionales.

Fuente: Elaborada por las autoras.

En cuanto a los estreptococos fecales, se presentó una alta ocurrencia, con un promedio de 1.5 UFC/100 ml; sin embargo, la norma panameña (DGNTI-COPANIT) señala que cualquier otro tipo de microorganismo, protozoos, helmintos y organismos de vida libre, en el agua potable, es indicativo de contaminación. Esto quiere decir, que los estreptococos fecales no deben de estar presente en el agua para el consumo humano. Mientras que la norma técnica colombiana indica que ninguna muestra de agua debe contener dicho microorganismo.

Las normativas tienen como objetivo, disminuir el riesgo de contaminación microbiana para evitar la alteración de la salud de los usuarios.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el cloro en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según fuentes de variación.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	Valor de probabilidad
Modelo	78.72	11	7.16	59.06	< 0.0001
Época	6.04	1	6.04	49.84	< 0.0001**
Puntos de colecta	62.13	2	1.07	56.37	< 0.0001**
Zona	6.43	1	6.43	53.07	< 0.0001**
Época x puntos de colecta	0.86	2	0.43	3.55	0.0294**
Época x zona	0.32	1	0.32	2.66	0.1035 nds
Puntos de colecta x zona	2.83	2	1.41	11.66	< 0.0001**

** Existen diferencias significativas (igual o menor a 0.05).
 nds: No existen diferencias significativas (mayor a 0.05).
 Fuente: Elaborado por las autoras.

3.2. Parámetros físico-químicos

3.2.1. Cloro

Según el análisis realizado, los resultados para el cloro arrojaron diferencias significativas a nivel de las épocas, puntos de colecta, zonas, épocas por puntos de colecta y puntos de colectas por zona. Mientras que, en la

comparación de época por zona, no existen diferencias significativas (cuadro 3).

Para determinar el promedio del cloro, durante las ocho semanas por época, presentamos las figuras 8 y 9.

Podemos apreciar que los resultados a nivel de épocas arrojaron diferencias significativas ($p < 0.0001$) durante las ocho semanas de muestreo para cada una (cuadro 3).

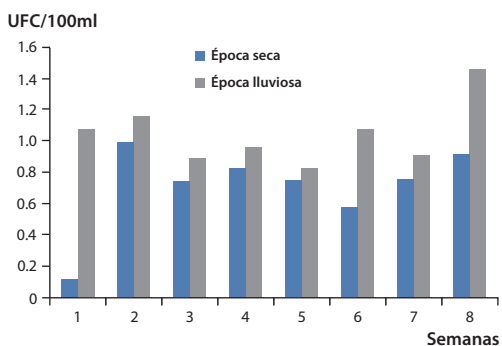


Figura 8. Promedio del cloro en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y semana.
 Fuente: Elaborada por las autoras.

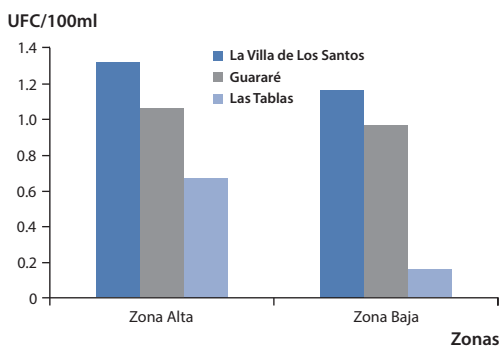


Figura 9. Promedio del cloro en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según zona evaluada y distrito.
 Fuente: Elaborada por las autoras.

Estos resultados determinan que ambas épocas son significativamente diferentes. Se demuestra que el cloro es más alto en la época lluviosa, debido al factor temperatura, afectando los niveles del mismo.

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) (cuadro 3), y como es evidente, la gráfica corrobora lo encontrado, puesto que a medida que nos alejamos de la planta, los niveles de cloro son más bajos, toda vez que el distrito con los valores más altos de cloro es Los Santos, ya que está más próximo a la planta potabilizadora. A la vez, podemos demostrar que las zonas bajas presentan menor nivel de cloro, ya que estas zonas se encuentran más alejadas de la planta.

3.2.2. pH

Se verificó el promedio del pH a nivel de los puntos de colecta en los distritos de la red que abastece la planta y cuyos resultados se presentan en el cuadro 4 y la figura 10.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para el pH, se puede observar que no existen diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación durante las temporadas de muestreo (cuadro 4).

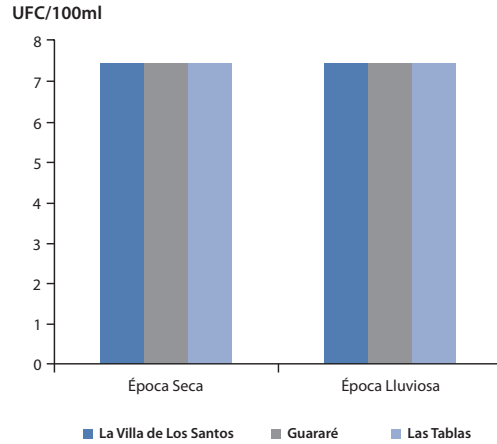


Figura 10. Promedio del pH en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y distrito.

Fuente: Elaborada por las autoras.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el pH en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según fuentes de variación.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	Valor de probabilidad
Modelo	0.01	11	1.3 E-03	2.05	0.0224
Época	1.30 E-03	1	1.3 E-03	2.05	0.1526 nds
Puntos de colecta	2.70 E-03	2	1.3 E-03	2.05	0.1296 nds
Zona	1.30 E-03	1	1.3 E-03	2.05	0.1526 nds
Época x puntos de colecta	2.70 E-03	2	1.3 E-03	2.05	0.1296 nds
Época x zona	1.30 E-03	1	1.3 E-03	2.05	0.1526 nds
Puntos de colecta x zona	2.70 E-03	2	1.3 E-03	2.05	0.1296 nds

** Existen diferencias significativas (igual o menor a 0.05).

nds: No existen diferencias significativas (mayor a 0.05).

Fuente: Elaborado por las autoras.

En esta figura se muestra que los resultados del pH a nivel de épocas, en los diferentes puntos de muestreos, no arrojaron diferencias significativas (cuadro 4) durante las ocho semanas para cada época. Para este estudio, el rango de pH basado en la norma de calidad de agua es de 6.8 a 8.5. La medición del pH se realizó en cada punto donde se tomaba la muestra para su posterior análisis, el cual no presentó diferencias significativas; en este estudio, el pH se mantuvo óptimo en un rango de 7.2 a 7.4 entre los puntos de muestro durante el estudio.

3.2.3. Turbiedad

Se analizó el promedio de la turbiedad a nivel de los puntos de colecta en los distritos de Los Santos, Guararé y Las Tablas y la red que abastece la planta; los mismos están detallados en el cuadro 5 y figura 11.

Los resultados para este indicador arrojaron diferencias significativas a nivel de épocas, puntos de colecta y épocas por punto de colecta; en cambio, para zonas,

épocas por zonas y puntos de colecta por zonas, no presentaron diferencias significativas (cuadro 5).

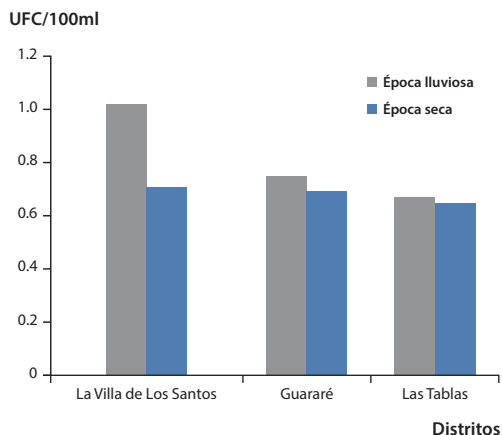


Figura 11. Promedio de turbiedad del agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según época y distrito.

Fuente: Elaborada por las autoras.

Se observa que los resultados a nivel de épocas, durante el muestreo, arrojaron diferencias significativas ($p < 0.0001$) (cuadro 5). Estos resultados determinan que la

Cuadro 5. Análisis de varianza para la turbiedad en el agua de la red de distribución de la planta potabilizadora Rufina Alfaro, según fuente de variación.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	Valor de probabilidad
Modelo	13.75	11	1.25	15.46	< 0.0001
Épocas	6.20	1	6.20	76.64	< 0.0001**
Puntos de colecta	4.59	2	2.29	28.36	< 0.0001**
Zonas	0.02	1	0.02	0.24	0.6225 nds
Época x puntos de colecta	2.58	2	1.29	15.94	< 0.0001**
Épocas x zonas	0.10	1	0.10	1.21	0.2722 nds
Puntos de colecta x zonas	0.18	2	0.09	1.13	0.3233 nds

** Existen diferencias significativas (igual o menor a 0.05).

nds: No existen diferencias significativas (mayor a 0.05).

Fuente: Elaborado por las autoras.

época lluviosa presentó mayor nivel de turbiedad con relación a la época seca, como consecuencias de las lluvias que se registraron para la época, las cuales arrastraron todo tipo de materia orgánica. A pesar de las diferencias, el nivel de la turbiedad se mantiene en los estándares permitidos por la norma panameña por debajo de 1.0 UNT.

4. Conclusiones

El análisis de los datos permite concluir lo siguiente:

- Hubo diferencias significativas en los recuentos de UFC/100 ml de coliformes entre las épocas seca y lluviosa; mientras que, para el recuento de estreptococos fecales, los resultados no arrojaron diferencias significativas entre las épocas (seca y lluviosa).
- Los recuentos de estreptococos fecales y coliformes en UFC/100 ml no presentaron diferencias significativas entre las zonas (alta y baja).
- El distrito de Las Tablas fue el punto de colecta con la más alta ocurrencia de estreptococos fecales y coliformes en UFC/100 ml, en tanto que La Villa de Los Santos fue el más bajo.
- No se están cumpliendo las normas de calidad de agua para coliformes, ya que se encontraron unidades formadoras de colonias (UFC) en 100 ml.
- La época lluviosa presentó mayor ocurrencia de estreptococos fecales en UFC/100 ml, mientras que, en la época seca presentó una alta ocurrencia de coliformes en UFC/100 ml.
- Se registró un mayor recuento de estreptococos fecales y coliformes en el distrito de Las Tablas.
- En la época lluviosa se presentó un alto nivel de turbiedad, presentando diferencias significativas con la época seca.
- Los distritos más distantes de La Villa de Los Santos en la red de distribución de la potabilizadora, muestran un nivel de cloro más bajo, provocando el aumento de microorganismos coliformes y estreptococos fecales.

Referencias bibliográficas

- APHA-AWWA-WPCF, (2000). *Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual*. 17^{va} edición. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos.
- APHA-AWWA-WPCF. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19^{na} edición. Washington, DC: American Public Health Association.
- Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT). (1999). *Reglamento Técnico para el agua potable. Resolución No 597*. Panamá.
- Cortéz, D. (2012). *Evaluación de coliformes y pseudomonas como indicador de la calidad de agua en la Planta Potabilizadora Rufina Alfaro en la época seca y lluviosa en la provincia de Los Santos*. Panamá: Centro Regional Universitario de Azuero, Universidad de Panamá.
- Galarraga, E. (1984). "Algunos aspectos relacionados con microorganismos en agua potable". *Revista Politécnica de Información Técnica Científica*, 9(3):135-143.

- Marín. R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. México: Ediciones Díaz de Santos.
- Ministerio de Salud de la República de Colombia. (1998). *Normas técnicas colombianas NTC-813*. (1998). Decreto 475 del 10 marzo 1998. Disponible en: https://www.imta.gob.mx/cotennser/images/docs/NOI/Normas_oficiales_para_la_calidad_del_agua_colombia.pdf. Consultado el 10 de marzo de 2014.
- Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de la República Bolivariana de Venezuela. *Normas sanitarias de la calidad del agua*. (1998). Gaceta oficial de la República Venezolana. Disponible en: www.bvsre.ops-oms.org/busacgle/cd-cagua/normas/lac/20.VEN/01norma.pdf. Consultado el 11 de agosto de 2013.
- Organización Mundial de la Salud. (1995). *Guía para la calidad de agua potable*. Segunda edición. Ginebra, Suiza: OPS/OMS.
- Organización Panamericana de la Salud. (1997). *Caso estudio: vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, frente a los deslizamientos, sismos y otras amenazas naturales*. Caracas, Venezuela: OPS.
- Saavedra. Y. (2013). *Evaluación de coliformes y streptococos fecales en muestras de agua potable y cruda proveniente de las redes y plantas potabilizadoras de Azuero en época seca y lluviosa*. Panamá: Centro Regional Universitario de Azuero, Universidad de Panamá.

Agradecimientos

Ante todo, queremos agradecerles a Dios y a nuestros padres, quienes nos han brindado su apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas. A nuestros familiares y a esas personas especiales que siempre estuvieron ahí y fueron un apoyo más, nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, ánimos y compañía en diferentes momentos de nuestras vidas para cumplir nuestros sueños.

A nuestro asesor de tesis Alexis De La Cruz Lombardo (Asesor Principal). De igual manera nos gustaría agradecer a todos los profesores que durante nuestra carrera han aportado un grano de arena a nuestra formación profesional. Agradecemos también al IDAAN y MINSA, instituciones que nos brindarnos sus instalaciones y apoyo a lo largo de nuestra investigación.