



CALIDAD SANITARIA DEL AGUA EN TIEMPOS DE SEQUÍA: UN ASPECTO QUE NOS ATAÑE A TODOS

ETHEL DANIELA CABELLO RUIZ², FERNANDA AMAIRANI URUETA SANTANA¹,
EDUARDO SÁNCHEZ GARCÍA², SANDRA LORUHAMA CASTILLO HERNÁNDEZ^{1*}
Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas.
¹Departamento de Alimentos. ²Departamento de Química.
Correspondencia: *sandra.castillohrn@uanl.edu.mx



Palabras clave: Suministro de agua, sequía, calidad sanitaria.

Keywords: Water supply, drought, sanitary quality.

RESUMEN

En el año de 2022, Nuevo León atravesó por una crisis hídrica, en donde se declaró estado de emergencia. La red pública de suministro de agua presentó desabasto y por ende intermitencias en el servicio. Se presentaron diversos incidentes de salud pública en donde el consumo de agua se consideró un factor en común. La presente investigación tiene como objetivo determinar el impacto de la sequía en la potabilidad del agua suministrada por la red pública de Monterrey y su zona metropolitana, con el fin de sensibilizar a la población sobre los riesgos sanitarios asociados y promover medidas preventivas, contribuyendo de esta forma al fortalecimiento de la conciencia ambiental y social, informando y promoviendo el compromiso y la responsabilidad con el uso sostenible del recurso del agua.

ABSTRACT

In the year 2022, Nuevo León went through a water crisis, where a state of emergency was declared. The public water supply network was in short supply and therefore had interruptions in the service. Various public health incidents were presented in which water consumption was considered a common factor. The objective of this research is to determine the impact of drought on the drinkability of water supplied by the public network of Monterrey and its metropolitan area, in order to raise awareness among the population about the associated health risks and promote preventive measures, thus contributing to strengthening environmental and social awareness, informing and promoting commitment and responsibility to the sustainable use of water resources.

INTRODUCCIÓN

El estado de Nuevo León, ubicado en el noreste de México, históricamente ha enfrentado condiciones de estrés hídrico debido a su ubicación geográfica en una zona semiárida y con baja precipitación anual. A lo largo de las décadas, la región ha experimentado periodos recurrentes de sequía, pero en los últimos años la frecuencia e intensidad de estos eventos se ha incrementado notablemente. Uno de los primeros registros importantes de sequía severa en la entidad data de los años 90, cuando se documentaron restricciones de agua y afectaciones al campo y al abasto urbano. Sin embargo, fue durante el siglo XXI que el problema se volvió más crítico debido al crecimiento exponencial de la zona metropolitana de Monterrey, que ha generado una mayor demanda de agua potable, industrial y agrícola. Entre 2011 y 2012, México enfrentó una de sus peores sequías en siete décadas, afectando de forma significativa al norte del país, incluyendo a Nuevo León (H. Congreso Del Estado de Nuevo León, 2022). No obstante, en el 2022 Nuevo León enfrentó una de las peores crisis hídricas de su historia, caracterizada por una sequía extrema que afectó gravemente la disponibilidad y calidad del agua en la región. Se reportó un descenso a niveles críticos de las principales fuentes de abastecimiento como las presas de El Cuchillo, Cerro Prieto y la Boca, llegando a estar por debajo del 5% de su capacidad. Esta situación provocó que se redujera la capacidad de diluir compuestos con potencial contaminante, aumentando la concentración de las mismas en el agua disponible. Aunado a lo anterior, esto condujo a la implementación de medidas de racionamiento del suministro del agua, afectando principalmente a los habitantes de la zona metropolitana (DOF, 2022).

Resulta importante señalar, que dentro de las causas de la sequía en Nuevo León, se asocian múltiples factores que van desde el cambio climático (lo que intensifica la evaporación y disminuye la recarga de acuíferos), hasta prácticas humanas como lo son el déficit prolongado de lluvias, temperaturas elevadas, crecimiento urbano desmedido, sobreexplotación de fuentes hídricas, falta de infraestructura y mantenimiento y deficiente cultura del cuidado del agua, solo por mencionar algunas de ellas. Todo esto trayendo consigo consecuencias como el desabasto de agua potable, afectaciones a la salud pública, impacto económico, daño al medio ambiente, conflictos sociales y pérdida de la calidad del agua.

Así, la sequía en Nuevo León no es un fenómeno nuevo, pero sí uno que ha evolucionado de manera preocupante, exigiendo soluciones integrales que incluyan tecnología, educación ambiental, gestión eficiente del agua y participación ciudadana activa.

En este sentido, garantizar la calidad sanitaria del agua durante su suministro es vital para prevenir riesgos a la salud. Según Pérez -Vidal et al., (2016), el agua apta para consumo humano debe estar libre sustancias tóxicas y patógenos; éstos últimos pueden ser bacterias (*Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Vibrio cholerae*), protozoarios (*Giardia spp*, *Cryptosporidium spp*) y virus (hepatitis A y E) entre otros, siendo causales de infecciones graves y deben estar ausentes en el agua potable según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSAI-2021 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), cerca de 829,000 personas mueren anualmente por enfermedades gastrointestinales relacionadas con microorganismos presentes en el agua debido a un saneamiento deficiente y malas prácticas en el manejo. Es importante señalar que la presencia de patógenos está ligada a su vez a un limitado acceso al agua y a una deficiente gestión de desechos, a menudo debido a desigualdades geográficas y socioeconómicas (Ríos et al., 2017). Además, los contaminantes en el agua aumentan derivado del cambio climático que provoca temperaturas más altas, pérdida de especies y sequías, siendo estas últimas las que reducen las precipitaciones, aguas subterráneas y elevan contaminantes por procesos físicos, químicos y biológicos (Nosrati, 2011).

Es entonces desde el 2022, que Nuevo León enfrenta una emergencia por sequía generando la reducción del nivel de agua de presas como El Cuchillo, Cerro Prieto y La Boca (Figura 1) causando escasez en el suministro y preocupación en toda la población (Esparza-Hernández, 2022). Normalmente en el Estado, se suele tomar agua directamente de la llave considerando que siempre ha sido “de alta calidad y por lo tanto apta para su consumo”. Sin embargo, en esta nueva situación de emergencia por la sequía, se presentó un desbaste en la red pública con intermitencias en la disponibilidad de agua; algunos consumidores reportaron casos de infecciones relacionados a su consumo (Aguilar & Ramírez, 2015), creando especulaciones sobre el efecto de la sequía sobre la calidad sanitaria del agua. Derivado de estos hechos se considera importante y necesario conocer la calidad microbiológica del agua en este tipo de emergencias para emitir recomendaciones y aplicarlas antes de su consumo. Es por ello que en el presente estudio se evaluó la calidad microbiológica de muestras de agua de grifo de la red pública durante el período de sequía en municipios de Nuevo León,

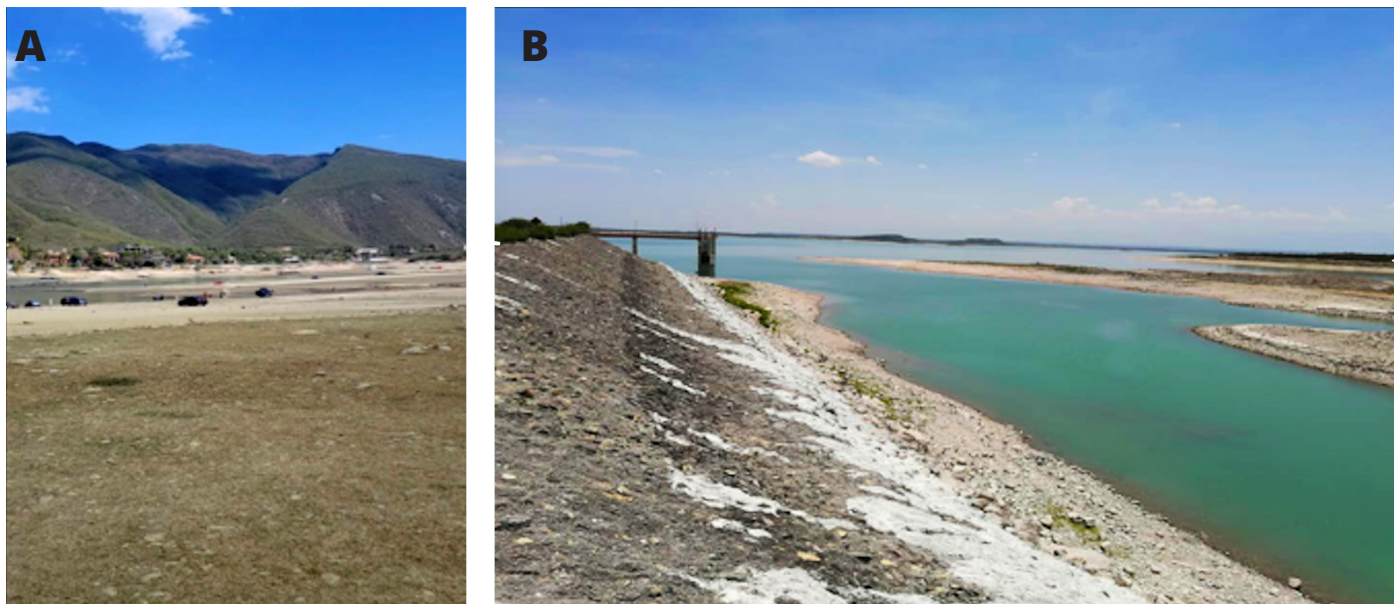


Figura 1. Niveles bajos de agua en las presas de Nuevo León durante la sequía que se presentó en el año 2022. A) Presa la boca, B) Presa Cerro Prieto. Fotografía: Lic. Kenya Garza.

de acuerdo con los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-2021, con el fin de que los resultados aquí presentados ayuden a la población a tomar las acciones correctas para prevenir infecciones intestinales resultantes de su ingestión. Finalmente, los resultados obtenidos se compararon con la calidad sanitaria resultante del agua obtenida al normalizarse el sistema público de abastecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se llevaron a cabo en los municipios de: Monterrey, Guadalupe, Juárez, Apodaca, García y San Nicolás de los Garza en el periodo de sequía de Nuevo León. Para preservar la integridad de la muestra de agua, se recolectó de acuerdo con el procedimiento mencionado en la NOM 109-SSA1-1994. "Procedimiento para la toma, manejo y transporte de muestras". La toma se realizó con extremo cuidado mediante sanitización del grifo y posteriormente su recolección en bolsas estériles (Nasco®). Se transportaron en frío y se procesaron en no más de 4h posteriores a la toma. Una vez en el laboratorio se realizaron pruebas físicas de turbidez (aspecto) y pH. Posterior a la realización de los procedimientos anteriores, se realizaron pruebas microbiológicas para determinar su calidad sanitaria: microorganismos indicadores (coliformes totales, fecales y *E. coli*) de acuerdo con la NOM-210-

SSA1-2014. "Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos". Estas pruebas fueron realizadas durante la emergencia del suministro y cuando el suministro fue restablecido con normalidad.

RESULTADOS

Las muestras colectadas en los municipios de: Monterrey, Guadalupe, Juárez, Apodaca, García y San Nicolás de los Garza fueron sometidas a Pruebas físicas y microbiológicas y se determinó su cumplimiento de acuerdo con los límites permisibles reportados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Las pruebas corresponden a lo siguiente:

Turbidez. En esta prueba el agua debe presentar una cualidad incolora para cumplir con la característica típica esperada. Los resultados se muestran en la Figura 2, en donde se puede observar que durante la emergencia de sequía el 97% de las muestras analizadas fueron incoloras y solo el 3% de las muestras presentaron turbidez. Al restablecerse el abastecimiento el 100% de las muestras cumplieron con la característica típica arriba mencionada.

Valores de pH. De acuerdo con la NOM-127-SSA1-2021, “Agua para uso y consumo humano”, los límites permisibles para los valores de pH del agua deben estar en el rango de 6.5 a 8.5. Según los resultados obtenidos, durante la emergencia de sequía el 15% de las muestras no cumplieron con dicho rango, y cuando se restableció el suministro, tan solo el 3% de las muestras no cumplieron con los límites permisibles excediendo estos valores (Figura 3).

Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*. Estos microorganismos son utilizados como indicadores de contaminación resultante de varias fuentes, su presencia en límites no permisibles da lugar a la posible presencia de patógenos. Por un lado, los coliformes totales indican una mala calidad del agua, sin embargo, la contaminación puede no ser fecal; Por otro lado el grupo coliforme fecal se relaciona con materia fecal de animales de sangre caliente, mientras que *E. coli*, aunque también se encuentra en animales de sangre caliente, se puede relacionar con materia fecal del intestino humano (Saxena et al. 2015). Es por ello que la detección de estos microorganismos es muy importante en el análisis de la calidad sanitaria del agua (Fig.4).

Los resultados para coliformes totales muestran que el 67% de las muestras analizadas durante la emergencia de sequía, rebasaron los límites permisibles, mientras que el 33%, se mantuvo dentro de los mismos; de estas muestras en incumplimiento, el 48% dio positivo para coliformes fecales y el 4% a *E. coli*. Al restablecerse el abastecimiento, solo el 9% no cumplió mientras que el 91% de las muestras se mantuvieron dentro de estos límites; de este 9% en incumplimiento, fueron positivas para coliformes fecales y 0% para *E. coli*. (Fig. 5).

MUESTRAS CON INCUMPLIMIENTO EN LÍMITES PERMISIBLES POR MUNICIPIO DURANTE LA EMERGENCIA DEL SUMINISTRO

Los municipios muestreados fueron: Monterrey, Guadalupe, Juárez, Apodaca y García. De acuerdo con el análisis realizado por municipio, el porcentaje mayor de muestras con incumplimiento en los límites permisibles para coliformes totales fue Monterrey con un 60%, seguido de Apodaca (18%), Guadalupe (12%), Juárez y García (5%) (Fig. 6). Una vez restablecido el suministro, solamente el municipio de Monterrey presentó un incumplimiento en el 9% de las muestras. Los demás municipios muestreados cumplieron con los límites permisibles en el 100% de las muestras analizadas.

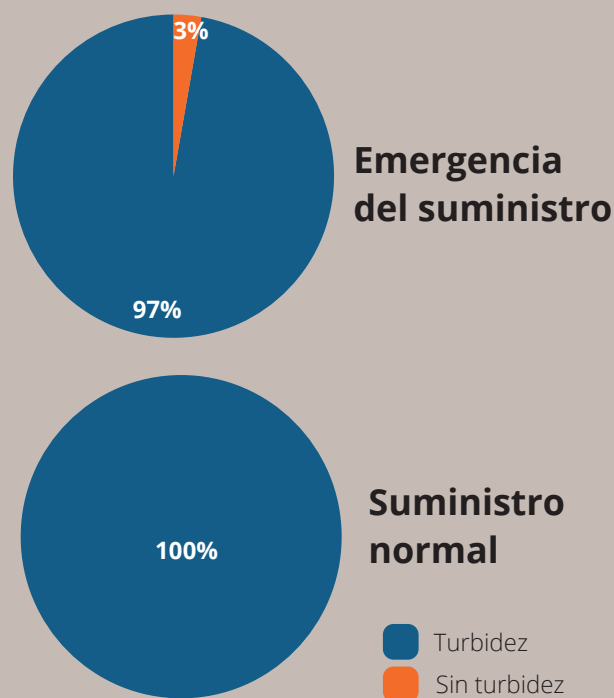


Figura 2. Porcentaje de muestras que presentaron turbidez durante y después de la emergencia de suministro.

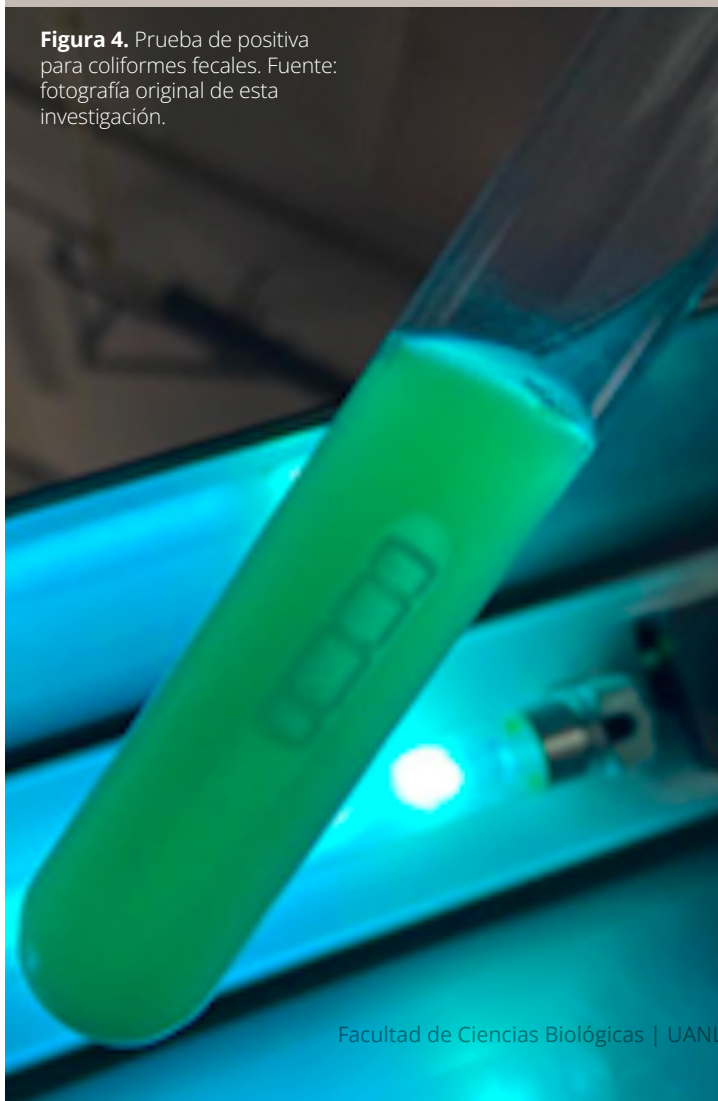
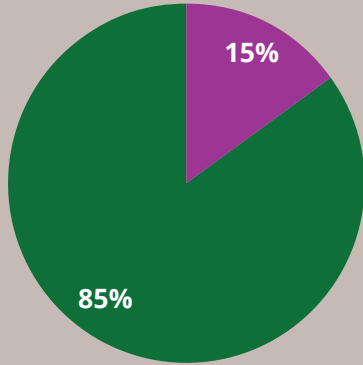


Figura 4. Prueba de positiva para coliformes fecales. Fuente: fotografía original de esta investigación.

Emergencia del suministro



Suministro normal

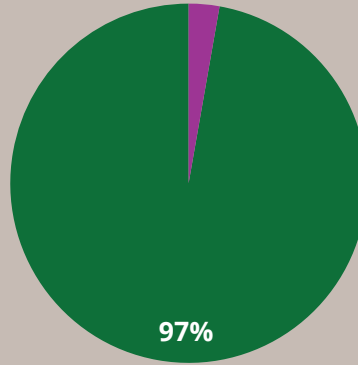
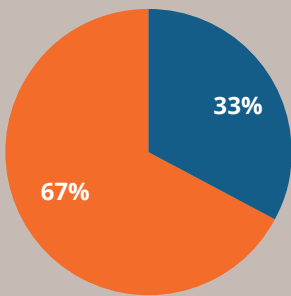
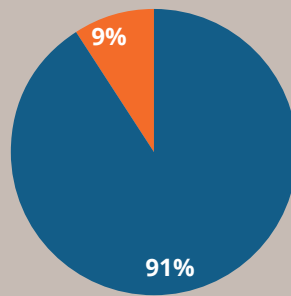


Figura 3. Porcentaje de muestras de agua dentro y fuera de los valores permisibles para pH durante y después de la emergencia de suministro.

Emergencia del suministro

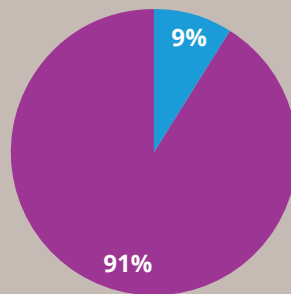
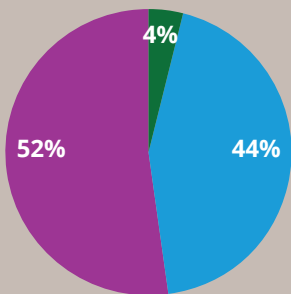


Suministro normal



Coliformes totales

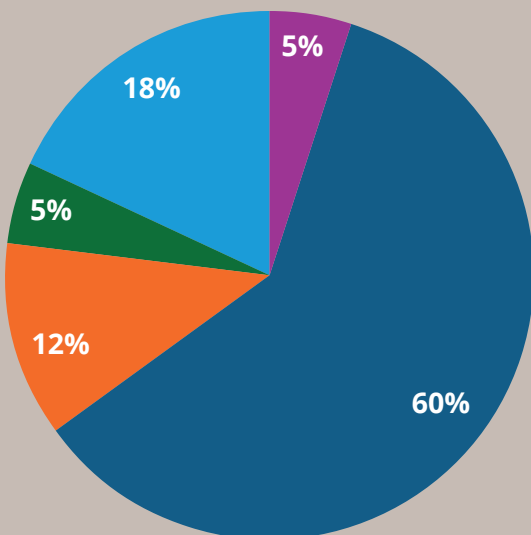
- Dentro de los límites permisibles
- Fuera de los límites permisibles



- Coliformes fecales
- Negativas para coliformes fecales
- E. coli

Figura 5. Detección de coliformes totales, fecales y *E. coli* en muestras de agua durante y después de la emergencia de suministro.

Emergencia del suministro



- Monterrey
- Guadalupe
- Juárez
- Apodaca
- García

Figura 6. Porcentaje de muestras por municipio que incumplieron con los límites permisibles durante la emergencia del suministro de agua (desabasto).

DISCUSIÓN

El estado de Nuevo León, situado en el norte de México, presenta desafíos específicos debido a sus condiciones geográficas y climáticas, que incluyen su ubicación en una región semiárida y extrema, que influyen en su disponibilidad de recursos hídricos (Aguilar y Ramírez, 2021). Las sequías que afectan tanto a México, como al estado de Nuevo León, tienen consecuencias significativas en la salud y la sociedad. La falta de precipitación durante períodos prolongados puede llevar a la escasez de agua y afectar el suministro potable de la misma teniendo consecuencias en la economía. De acuerdo con los resultados presentados en este estudio, el suministro de agua en tiempos de sequía sufre una afectación importante en su calidad sanitaria; durante el suministro normal, el agua de Monterrey y su área metropolitana cumple en su mayoría con las condiciones óptimas de consumo. El porcentaje de incumplimiento durante el suministro normal es muy bajo y podría estar influenciado por diferentes factores que deberán ser analizados. En general el agua de Monterrey y su área metropolitana es apta para su consumo en condiciones normales. El cambio climático exacerba los desafíos que ya enfrentan las empresas de agua potable y saneamiento. La combinación de una creciente demanda debido a la urbanización y el desarrollo económico, junto con eventos climáticos extremos, pone en riesgo la sostenibilidad de los suministros de agua. Si bien la naturaleza sigue su curso, nuestra capacidad de previsión nos permite anticiparnos a las adversidades y

minimizar sus consecuencias. Este artículo tiene como finalidad conocer los riesgos que enfrentamos en una emergencia de sequía y tomar las acciones necesarias para evitar incidentes de salud pública. Los organismos públicos están desplegando grandes esfuerzos para asegurar la calidad del agua suministrada a la población de Monterrey y sus alrededores; no obstante, el cambio climático introduce nuevos riesgos que son prácticamente inevitables.

CONCLUSIÓN

Afortunadamente las presas captaron agua suficiente con el paso del huracán “Alberto” durante el 2024, por lo que se restableció el suministro normal de agua potable; sin embargo, una emergencia de sequía puede volver a presentarse. Considerando los riesgos asociados a la calidad del agua en períodos de sequía, se sugiere a la población hervirla al menos cinco minutos como medida preventiva en este tipo de contingencia. Si el agua presentase turbidez, no se recomienda consumirla sino optar por agua embotellada o considerar un filtro purificador de agua para grifo.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Dr. José Ignacio González Rojas y a la Lic. Kenya Garza por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

Literatura citada



- Aguilar Barajas, I., & Ramírez Orozco, A. I. (2015). Agua para Monterrey Logros, retos y oportunidades para Nuevo León y México. <https://hdl.handle.net/11285/642843>
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (2022). Dof.gob.mx. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5659827&fecha=29%2F07%2F2022&utm_source=chatgpt.com#gsc.tab=0
- Esparza-Hernández, J.M. (2022). Un estudio de caso: la atención de la sequía en Monterrey, Nuevo León. Impluvium, Gestión Integral de Sequías (22). UNAM.
- H. Congreso Del Estado de Nuevo León (2022). Presenta iniciativas para enfrentar la sequía. https://www.hcnl.gob.mx/glpmc/2022/02/presenta-iniciativas-para-enfrentar-la-sequia.php?utm_source=chatgpt.com
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSAI-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
- Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014-Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- Nosrati, K. A. Z. E. M. (2011). The effects of hydrological drought on water quality. *IAHS-AISH Publication*, 348, 51-56. https://iahs.info/uploads/dms/16916.13-51-56-348-11_506-Nosrati_final-revised.pdf
- OMS. (2022). Agua para consumo humano. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Saxena, G., Bharagava, R. N., Kaithwas, G., & Raj, A. (2015). Microbial indicators, pathogens and methods for their monitoring in water environment. *Journal of water and health*, 13(2), 319-339. <https://doi.org/10.2166/wh.2014.275>
- Pérez-Vidal, A., Díaz-Gómez, J., Salamanca-Rojas, K. L., & Rojas-Torres, L. Y. (2016). Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw® y Olla Cerámica. *Revista de Salud Pública*, 18, 275-289. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n2.48712>