

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA REGIÓN SURESTE DE COAHUILA

EVALUATION OF THE CURRENT STATE OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN THE SOUTHEASTERN REGION OF COAHUILA

RODRÍGUEZ ZÚÑIGA, Diana Patricia

BENAVENTE VALDÉS, Juan Roberto

RESUMEN

En este artículo de revisión bibliográfica se analiza el estado actual del tratamiento de las aguas residuales domésticas en la región sureste de Coahuila. Mediante la recopilación de información en fuentes gubernamentales, en esta revisión se logró identificar que la mayoría de los acuíferos que surten a la región sureste de Coahuila están en condición de sobreexplotación y que el 59 % del agua extraída es para uso agrícola. También se encontró que solo dos de los cinco municipios de la región sureste (Saltillo y Ramos Arizpe) cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales. El proceso de tratamiento de aguas residuales en estos dos municipios se basa en metodologías como la de lodos activados, la cual genera residuos que requieren un tratamiento especializado. Con esta revisión documental logramos identificar la importancia de realizar adecuaciones a los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la región sureste de Coahuila y desarrollar políticas para la venta de los lodos activados o el agua residual tratada al sector agrícola o industrial, con la finalidad de recibir un apoyo económico para el mantenimiento de la planta de tratamiento y disminuir la gran demanda de agua potable de estos dos sectores.

Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Autónoma de Coahuila.
Saltillo, Coahuila, México.

Palabras clave: aguas residuales; planta tratadora de aguas residuales; reúso del agua; acuíferos.

ABSTRACT

This literature review article analyses the current state of domestic wastewater treatment in the south-eastern region of Coahuila. Information was compiled

Correspondencia
d-zuniga@uadec.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-4634-3378>
Fecha de recepción
16 de enero de 2026.
Fecha de aceptación
20 de junio de 2026.

from government sources. This review identified that most of the aquifers that supply the southeastern region of Coahuila are overexploited and that 59 % of the water extracted is for agricultural use. It also found that only two of the five municipalities in the southeastern region (Saltillo and Ramos Arizpe) have wastewater treatment systems. The wastewater treatment process in these two municipalities is based on methodologies such as activated sludge, which generates waste that requires specialised treatment. Through this documentary review, we were able to identify the importance of making adjustments to the wastewater treatment systems in the southeastern region of Coahuila and developing policies for the sale of activated sludge or treated wastewater to the agricultural or industrial sector, with the aim of receiving financial support for the maintenance of the treatment plant and reducing the high demand for drinking water from these two sectors.

Keywords: wastewater; wastewater treatment plant; water reuse; aquifers.

INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, la población en Coahuila de Zaragoza ha crecido un 14.5 %, pasando de 2.7 millones de habitantes a 3.1 millones de habitantes en el 2020 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Esto ha conllevado la disminución del agua disponible por habitante. CONAGUA reporta que Coahuila es uno de los estados con menor disponibilidad de agua per cápita y se encuentra en el puesto 22 de los 32 estados de México en la escala de disponibilidad de agua, según los datos más recientes (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2023). Esta clasificación ordena a las entidades federativas según su disponibilidad de recursos hídricos renovables por habitante, de mayor a menor. La posición de Coahuila refleja una disponibilidad moderada, y se encuentra por debajo de la media estatal.

Coahuila está compuesta por 38 municipios, de los cuales cinco componen la región sureste: Arteaga, General Cepeda, Parras de la Fuente, Saltillo y Ramos Arizpe, con una población de 296,149, la cual representa el 9.41 % de la población total del estado. Los municipios con la mayor tasa de crecimiento poblacional de Coahuila son Ramos Arizpe (5.1 %), Arteaga (2.8 %) y Saltillo (2.0 %), estando por encima de la media del estado, que es de 1.4 %, lo que indica que la región sureste de Coahuila requiere una adecuada



gestión y planeación de los recursos hídricos para evitar desequilibrios por el crecimiento poblacional (INEGI, 2023).

No debemos olvidar que Coahuila es el tercer estado del país donde menos llueve, en promedio 400 milímetros anuales, muy por debajo de la media nacional que oscila alrededor de los 750 milímetros anuales. Las escasas lluvias y el clima cálido hacen que las fuentes de agua sean pocas e insuficientes (Jefatura de Gabinete y Proyectos Estratégicos, 2024).

Por lo cual, es importante conocer la disponibilidad de los recursos hídricos de la zona y los procesos de tratamiento de aguas residuales para implementar estrategias que permitan la adecuada gestión de los recursos hídricos, desde las concesiones de agua otorgadas a las empresas hasta el tratamiento y reutilización de aguas residuales.

En este contexto, realizar una revisión documental del estado actual de las aguas residuales en la región sureste de Coahuila es una herramienta esencial para comprender las capacidades y limitaciones existentes. Dicha revisión permitirá identificar la disponibilidad de aguas subterráneas, el potencial de reúso de las aguas residuales, la infraestructura y las tecnologías disponibles para el tratamiento de las aguas residuales. Por último, esta revisión servirá de guía para el diseño de políticas públicas y el diseño de nuevos proyectos que atiendan los desafíos en la gestión de aguas residuales en la región.

METODOLOGÍA

Se empleó un enfoque documental con carácter descriptivo-exploratorio para analizar el estado actual del tratamiento de aguas residuales domésticas en la región sureste de Coahuila. Este enfoque permitió recopilar información relevante sobre la disponibilidad de agua potable, concesiones de agua potable al área industrial, plantas de tratamiento de aguas residuales, infraestructura, tecnologías innovadoras y problemáticas hídricas de la región.

Se utilizaron fuentes gubernamentales como la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (SMA), el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Sistema Integral de Información Ambiental del Estado de Coahuila (SIIAEC).



Además, se realizaron entrevistas a expertos pertenecientes a las oficinas de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS) y a la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila, en el campo del tratamiento de aguas residuales, incluyendo autoridades locales, ingenieros ambientales y representantes de instalaciones de tratamiento. Para finalizar, se realizaron inspecciones in situ de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para evaluar la infraestructura física.

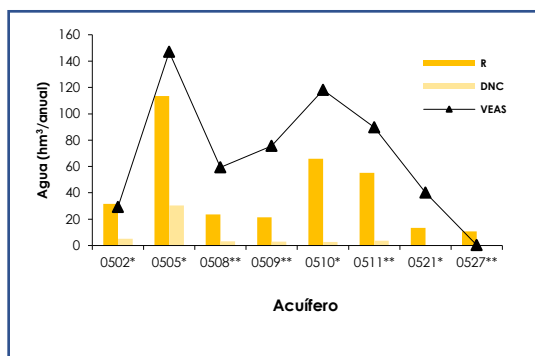
DESARROLLO Y DISCUSIÓN

VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUA Y DÉFICIT ANUAL POR ACUÍFEROS

La región sureste cuenta con ocho acuíferos subterráneos, los cuales son: 0502-Cañón del Derramadero, 0505-General Cepeda-Sauceda, 0508-Paredón, 0509-la Paila, 0510-Salttillo-Ramos Arizpe, 0511-región Manzanera-Zapalinamé, 0521-Salttillo sur y 0527-Valle de San Marcos (Subsecretaría de Recursos Naturales, 2022). En la figura 1 se observa que el volumen de extracción de las aguas subterráneas (VEAS) de seis de los ocho acuíferos presentes en la región supera el volumen de recarga total anual, lo que genera estrés hídrico en el sureste (CONAGUA, 2023). Esto evidencia un desafío significativo en la gestión sostenible del agua, con un gran impacto en el abastecimiento de agua para la población, la agricultura y la industria. Esta situación resalta la necesidad urgente de implementar medidas eficaces para la conservación del agua y la reutilización de las aguas residuales.

En la figura 1, R es la recarga total media anual del acuífero, DNC es la descarga natural comprometida y VEAS es el volumen de extracción de aguas subterráneas. No hay volumen disponible para otorgar nuevas concesiones. Se encuentra en situación de sobreexplotación.

Figura 6. Volumen de extracción de agua y déficit anual por acuíferos en la región sureste de Coahuila.



Es importante destacar que los acuíferos 0508, 0509, 0511 y 0527 se encuentran en situación de sobreexplotación (CONAGUA, 2023). En la Figura 2 se observa que el 59 % del agua extraída de los acuíferos se destina al uso agrícola. El hecho de que el mayor porcentaje del agua se destine al sector agrícola subraya la importancia de la agricultura en la economía del sureste de Coahuila. Esto implica buscar estrategias que permitan reutilizar las aguas residuales tratadas para riego; un ejemplo de ello son países como Israel y España, que promueven estas prácticas sostenibles (Mendoza-Retana et al., 2021).

El 23 % del agua extraída de los acuíferos se destina al uso público urbano, lo que refleja la demanda de agua en áreas urbanas para servicios públicos (CONAGUA, 2023). Es importante destacar que el crecimiento urbano y la expansión de la infraestructura pueden ejercer presión sobre los suministros de agua, lo que destaca la necesidad de una gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

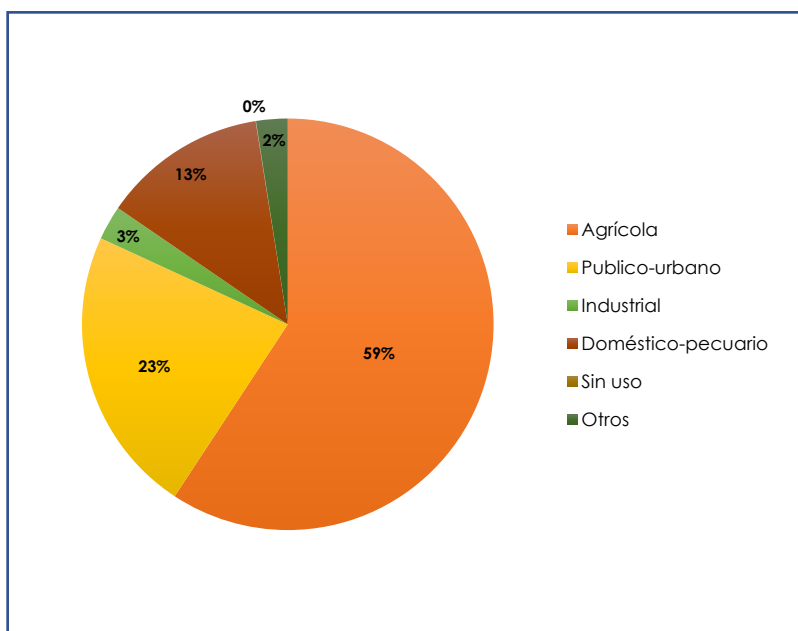


Figura 2. Aprovechamientos activos en los acuíferos del sureste de Coahuila.
Adaptado de datos de CONAGUA (2023).

El hecho de que solo el 3 % del agua extraída de los acuíferos se destine al uso industrial indica que, hasta el momento, el sector industrial tiene un impacto relativamente limitado en el consumo total de agua en la región.



(CONAGUA, 2023). Sin embargo, es importante monitorear y gestionar adecuadamente este uso, especialmente ante el crecimiento industrial que experimentan ciudades como Saltillo y Ramos Arizpe.

Los resultados arrojados en la figura 2 destacan la necesidad de abordar los desafíos que presenta el sector de la agricultura en la alta demanda de agua, incitando a la búsqueda de nuevas prácticas de irrigación eficiente para ayudar a reducir la presión sobre los acuíferos agotados del sureste de Coahuila (FDA, 2024).

COBERTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Coahuila se encuentra en el puesto cuatro entre los estados con mayor cobertura de agua potable (98.90 %). Esto sitúa al estado por encima de la cobertura nacional que es del 96 % (CONAGUA, 2023). Esto refleja el alto porcentaje de la población con acceso equitativo y continuo al agua segura, suficiente y de calidad para satisfacer sus necesidades básicas. En materia de alcantarillado, de acuerdo con los resultados del Censo 2020, Coahuila cuenta con una cobertura del 98.60 %, lo que la posiciona en el puesto seis entre los 32 estados con mayor cobertura, por encima del promedio nacional (95.2 %) (CONAGUA, 2023).

En cuanto a la desinfección del agua, Coahuila cuenta con 137 plantas potabilizadoras, de las cuales seis cuentan con tratamiento mediante clarificación convencional con sedimentación, once con filtración directa, diecisiete con ósmosis inversa y 103 con ósmosis inversa con suavizador. Se reporta que el estado cuenta con una cobertura del 99 % en la desinfección del agua potable, superior a la media nacional de 97.5 % (CONAGUA, 2023).

Estos resultados indican los esfuerzos del Estado y la nación para realizar inversiones en el sector del agua potable, donde el de mayor inversión económica por parte de la nación a lo largo del tiempo es el de agua potable.

Con esta revisión destacamos que este indicador no solo depende de la cantidad de personas atendidas, sino también de la eficiencia en la distribución, el mantenimiento de la infraestructura y el cumplimiento de normas de potabilidad. Además, el servicio debe ser económicamente accesible y abarcar tanto áreas urbanas como rurales.



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SURESTE DE COAHUILA

En el sector de saneamiento, Coahuila se ubica en el puesto dieciséis a nivel nacional, con una cobertura de 66.3 %, por debajo de la media nacional de 67.5 %. Las aguas residuales domésticas que Coahuila genera son de 8672 L/s, de las cuales recolecta 7058 L/s y trata 4682 L/s. De acuerdo con los datos de CONAGUA, se enlistan 27 PTAR que tratan un caudal de 4682 L/s de aguas residuales, con una capacidad máxima de 5737 L/s (CONAGUA, 2023).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales de Coahuila llevan a cabo sus procesos de tratamiento mediante metodologías biológicas. En la figura 3 se muestra que el sistema de tratamiento más utilizado en Coahuila es el de lodos activados, que trata el 67.9 % de las aguas residuales generadas en el estado; le siguen las lagunas de estabilización, que tratan el 31.2 %; los discos biológicos, que tratan el 0.85 %; y los tanques sépticos, que tratan el 0.02 % (CONAGUA, 2023).

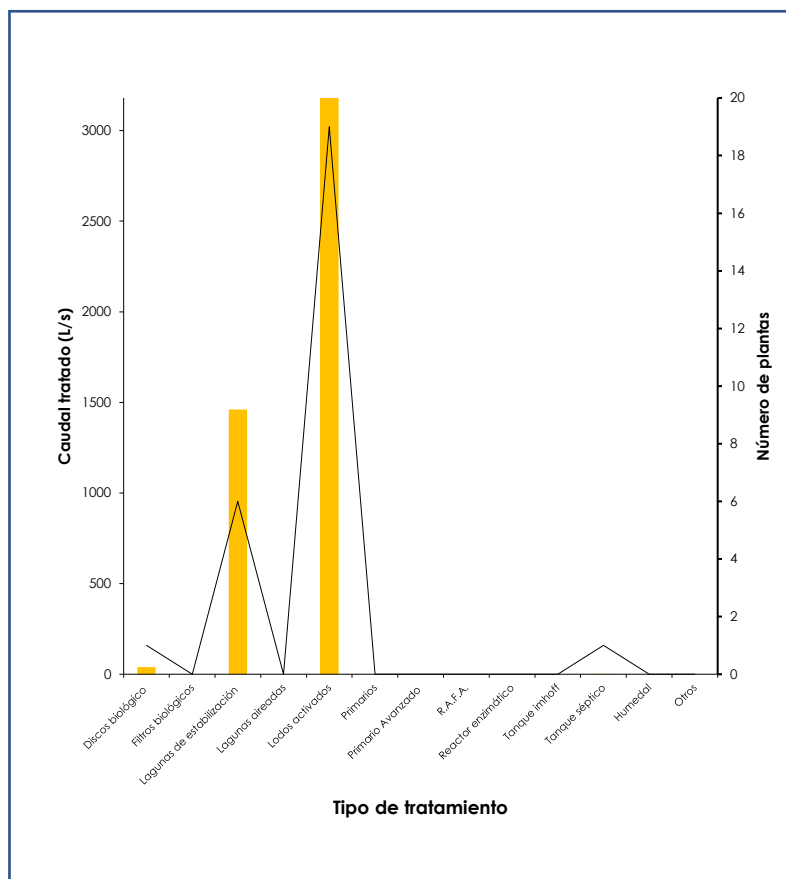


Figura 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación, según el proceso de tratamiento y el caudal tratado. Adaptado de CONAGUA, 2023b.

En la región sureste de Coahuila, los municipios de Arteaga y Parras de la Fuente carecen de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales. Ambas localidades habían iniciado proyectos para la construcción de una planta de tratamiento con capacidad de 120 L/s utilizando el método de lodos activados (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento – SEVOT, 2023). Sin embargo, estos proyectos se han visto interrumpidos por la falta de capacidad económica para cubrir los gastos operativos asociados a la planta de tratamiento, en particular los costos mecánico-eléctricos, que oscilan entre quinientos y seiscientos millones de pesos anuales.

General Cepeda contaba con una planta de tratamiento de lodos activados con aireación extendida, con una capacidad de 10 L/s. Esta planta fue inaugurada en 2018 y dejó de operar en 2019 debido a la incapacidad para cubrir los costos operativos asociados (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento – SEVOT, 2023).

El municipio de Ramos Arizpe dispone de una planta de tratamiento con una capacidad de 100 L/s, que utiliza un sistema de tratamiento que incluye un filtro de banda y lodos activados (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento –SEVOT, 2023).

De los cinco municipios que componen la región sureste de Coahuila, solo Saltillo y Ramos Arizpe cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, lo que permite evaluar de manera exhaustiva la capacidad, la eficiencia y el estado operativo de cada instalación.

Saltillo cuenta con siete plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales seis están activas. El 85.7 % de estas plantas usa lodos activados y el 14.2 % usa reactores anaerobios. Esto deja al descubierto que los sistemas de tratamiento utilizados en Coahuila no implementan tecnologías emergentes para el tratamiento de las aguas residuales, como las microalgas, para la eliminación de nitrógeno y fósforo.

REÚSO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE SALTILLO

Las aguas residuales tratadas tienen diversos destinos. En la figura 4 se puede observar que la mayor proporción, el 45 % del agua tratada, se descarga en cuerpos receptores como ríos o arroyos. Este enfoque puede tener implicaciones ambientales y requiere monitoreo para garantizar el



cumplimiento de los estándares de calidad del agua. El 33 % del agua tratada se destina al reúso industrial y agrícola, lo que señala una práctica positiva de economía circular. Este enfoque puede contribuir a la sostenibilidad al reducir la demanda de agua fresca para usos industriales y agrícolas, al tiempo que minimiza la descarga de aguas tratadas en los cuerpos de agua receptores. El 22 % del agua tratada se destina al riego de parques. Esto refleja una utilización directa para fines paisajísticos y recreativos (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento SEVOT, 2023). Esta aplicación puede tener beneficios estéticos y sociales, contribuyendo al mantenimiento de los espacios verdes y a la calidad de vida de la comunidad.

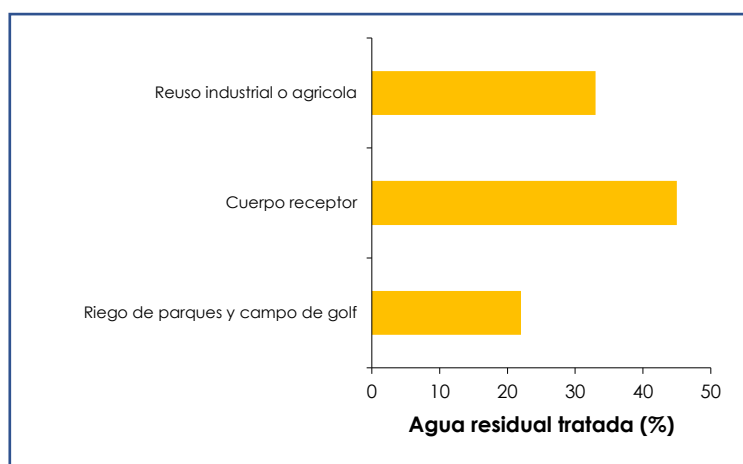


Figura 4. Análisis de la disposición de las aguas residuales tratadas por las plantas de tratamiento de Saltillo. AR, agua residual. Adaptado de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, SEVOT (2024).

El reúso industrial y agrícola y el riego de parques son prácticas que promueven la sostenibilidad ambiental al maximizar la utilidad de las aguas tratadas y reducir la carga sobre los cuerpos receptores (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2023). Dada la diversidad de destinos de las aguas tratadas, es crucial implementar regulaciones y sistemas de monitoreo robustos para garantizar la conformidad con los estándares ambientales y de salud.

La venta de aguas residuales tratadas para su reúso industrial y agrícola desempeña un papel crucial en el sostenimiento financiero de las plantas de tratamiento de Saltillo, al proporcionar una fuente adicional de ingresos. Este flujo de ingresos puede ayudar a cubrir los costos operativos, incluidos los gastos mecánico-eléctricos, el mantenimiento y los costos de personal.



Al diversificar las fuentes de ingresos, las plantas de tratamiento pueden depender menos de las tarifas de tratamiento impuestas a los municipios o entidades gubernamentales. La venta a la industria crea un modelo más resiliente y sostenible desde el punto de vista financiero.

CONCLUSIONES

En el sureste de Coahuila, la situación actual de las aguas residuales evidencia tanto avances como retos significativos en su gestión y tratamiento. Actualmente, solo dos de los cinco municipios de la región cuentan con sistemas de tratamiento, lo que subraya la necesidad de que el sector público desarrolle estrategias eficaces para garantizar la cobertura en toda la región.

Es fundamental que las nuevas plantas de tratamiento incluyan enfoques innovadores, como la comercialización de aguas residuales tratadas para uso agrícola o industrial, con el fin de reducir los costos mecánico-eléctricos del sistema y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Los resultados de esta revisión documental destacan que el método de tratamiento más utilizado es el de lodos activados, que genera residuos cuyo manejo incrementa los costos operativos. Por ello, es importante explorar alternativas innovadoras, como el uso de microalgas, que no solo permiten tratar las aguas residuales, sino también obtener biomasa rica en biocompuestos con aplicaciones en la industria de alimentos para animales o en la producción de biocombustibles.

REFERENCIAS

- Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento –SEVOT. (2023). Retrieved January 14, 2025, from <https://ceascoahuila.gob.mx/>
- CONAGUA. (2023). Conagua / Disponibilidad por acuíferos. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html
- CONAGUA. (2023). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2023. www.gob.mx/conagua



FDA (2024). Norma final de la FSMA sobre agua de uso agrícola en la precosecha.
<https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/norma-final-de-la-fsma-sobre-agua-de-uso-agricola-en-la-precosecha>

Gobernación de Coahuila. (2024). Gobierno De Coahuila. <https://coahuila.gob.mx/>

INEGI (2020). Censos de Población y Vivienda 1900-2020.

INEGI (2023). México en cifras. Coahuila de Zaragoza.
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#collapse-Indicadores>

Jefatura De Gabinete y proyectos estratégicos. (2024). Plan estatal de desarrollo Coahuila 2023-2029. www.coahuila.gob.mx

Mendoza-Retana, S.S., Cervantes-Vázquez, M.G., Valenzuela-García, A.A., Guzmán-Silos, T.L., Orona-Castillo, I., Álvaro Cervantes-Vázquez, T.J. (2021). Uso potencial de las aguas residuales en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (1): 115-126. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2789>.

ONU (2023). Las aguas residuales pueden proporcionar energía a 500 millones de personas-Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2023/08/1523557>