

## Impacto del uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital

### Impact of wastewater use in the Mezquital Valley

Joel A. Domínguez-Narváez <sup>a</sup>, Citlali Guevara-Rosales <sup>b</sup>, Navor Daniel-Ibarra <sup>c</sup>, Dimpna Maldonado-Cabrera <sup>d</sup>

---

#### Abstract:

**Purpose:** to analyze and understand the impact of wastewater on the lives of the inhabitants of the Mezquital Valley in Hidalgo, Mexico.

**Methodology:** an exploratory analysis was carried out on the information collected on the situation of wastewater in the Valle del Mezquital region.

**Main findings:** the wastewater is the product of the sewers, mainly from the region of Mexico City and its surroundings, which without being treated are used in agriculture, which has increased the probability of having some disease event.

#### Keywords:

Wastewater, diseases, pollution, agriculture

---

#### Resumen:

**Objetivo:** analizar y comprender el impacto de las aguas residuales en la vida de los habitantes del Valle del Mezquital en Hidalgo, México.

**Métodos:** se realizó un análisis exploratorio acerca de la información recopilada sobre la situación de las aguas residuales en la región del Valle del Mezquital.

**Principales hallazgos:** Las aguas residuales son el producto de las de las cloacas principalmente de la región de la ciudad de México y sus alrededores las cuales sin ser tratadas se emplean en la agricultura lo que ha incrementado la probabilidad de cursar con algún evento de enfermedad.

#### Palabras Clave:

Aguas residuales, enfermedades, contaminación, agricultura

---

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0004-1811-5997>, Email: joel\_dominguez4870@uaeh.edu.mx

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0005-2968-8990>, Email: da453205@uaeh.edu.mx

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0008-0004-646X>, Email: gu358658@uaeh.edu.mx

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0005-5541-1880>, Email: dimpna\_maldonado@uaeh.edu.mx

## Introducción

La zona del Valle del Mezquital del Estado de Hidalgo se caracteriza por ser desde hace más de 100 años la región que recibe aguas residuales de la región metropolitana del Valle de México para riego y uso doméstico indirecto (Lara Figueroa y García Salazar, 2020). El uso doméstico indirecto es cuando se obtiene el agua vía acarreo de pozos, ríos, lagos o arroyos contaminados, que posteriormente será destinada al aseo o lavado de alimentos.<sup>1</sup>

Actualmente, el Valle del Mezquital es conocido como la segunda región en el mundo con el mayor uso de aguas residuales en el sector agrícola, así como la cloaca más grande del país por la cantidad de agua que recibe sin tratamiento (Edith Miriam y García-Salazar, 2019).<sup>2</sup>

Hay varias razones por las cuales se utilizan las aguas residuales en la región, que en general se derivan a problemas de disponibilidad y factores económicos y culturales. De las principales causas destacan: escasez de agua alternativa para el riego y aumento de la demanda urbana de agua potable. En segundo lugar, por la reducción de los costos al sustituir la compra de fertilizantes artificiales. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) reconoce que la utilización de las aguas residuales es una alternativa para aumentar la disponibilidad local de recursos hídricos, de los cuales pueden recargar los mantos acuíferos a través de la escorrentía. Las aguas residuales aportan nutrientes por su contenido fertilizante para los cultivos y plantas; así mismo se resalta la importancia de tomar medidas para reducir riesgos en la salud humana o evitar daños lo que influir en los ecosistemas (FAO, 2017).<sup>3</sup> Por lo tanto, el uso de aguas residuales en la agricultura es una buena opción ecológica que permite el aprovechamiento del agua, siempre y cuando sea tratada adecuadamente previo a su uso.

El uso de aguas residuales sin tratar puede ser perjudicial para la salud humana y ambiental. Estas aguas pueden contener patógenos como bacterias, virus, parásitos y otros microorganismos que pueden causar enfermedades graves cuando se entran en contacto con la piel o se ingieren. Además, las aguas residuales también pueden contener productos químicos y metales pesados que pueden ser tóxicos y causar daños a la salud.

Por lo tanto, es importante que las aguas residuales se traten adecuadamente antes de su uso para reducir los riesgos para la salud humana y ambiental. Esto puede incluir tratamientos como la

filtración, la desinfección y la eliminación de productos químicos y metales pesados.

Por consiguiente, la presente recopilación literaria pretende proporcionar al lector un panorama sobre el uso de aguas residuales en agricultura del Valle del Mezquital, describir ventajas y desventajas, así como su impacto ambiental y su efecto en la salud.

## Región Valle del Mezquital.

La región del Valle del Mezquital se encuentra localizada dentro de las zonas demográficas limitadas por el eje Neovolcánico y la sierra madre oriental, comprenden unas de las regiones geográficas y culturales, perteneciente al estado de Hidalgo, siendo esta la de mayor extensión, formada principalmente por valles y llanos, siendo una característica importante su clima árido, con poca caída pluvial y sus extensos manantiales de aguas termales, podemos dividir la región del Valle del Mezquital en 3 subregiones, con características únicas de suelo, en la subregión norte y noreste perteneciente a la Sierra Madre Oriental, teniendo como ubicación la sierra de Actopan y de Juárez, denominada el "Alto Mezquital", la subregión centro y sur del Valle del Mezquital, se encuentra limitado por formaciones volcánicas aisladas y derrames basálticos, perteneciendo a valles de Actopan, Ixmiquilpan, Tula, Tasquillo y Alfajayucan, las cuales se caracterizan por practicar la agricultura de tipo temporal y el pastoreo.

## Consideraciones de la agricultura en el Valle del Mezquital.

Las principales actividades económicas del Valle del Mezquital se ven reflejadas en la agricultura con el 59% en el 2014 y la ganadería con 40% el restante se vio realizado por actividades forestales, para ese mismo año el Valle del Mezquital aportó al producto interno bruto de Hidalgo el 56% equivalente a 30,505.65 millones de pesos.

Podemos identificar que la actividad agrícola del Valle del Mezquital tiene un gran impacto, dentro de los rubros económicos, sociales y ambientales siendo una fuente amplia de ingresos a las familias que en el residen, por ser una fuente de trabajo constante y lucrativa que se mantiene en todas las estaciones del año, de los principales cultivos que hay se obtiene encontramos: maíz en grano, alfalfa verde, frijol, avena forrajera, calabaza, tomate verde, tomate rojo, maíz forrajero y una amplia gama de legumbres.

En 2018 el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), reportó que se sembraron 41,950

hectáreas de maíz en grano y 41,526 hectáreas de alfalfa verde, frijol 4,398 hectáreas y 3,146 de avena forrajera (Servicio de información Agroalimentaria y Pequera, 2020), teniendo esto en cuenta, la comisión nacional del agua (CONAGUA), clasifico los cultivos provenientes el Valle del Mezquital en la categoría de cultivos que están condicionados para el riego con aguas residuales.<sup>4</sup>

Aun con esto el uso excesivo de la agricultura, acarrea riesgos para el ambiente, salud y economía como son:

**Degradación del suelo:** El uso excesivo de fertilizantes y pesticidas puede dañar el suelo y reducir su capacidad para producir cultivos en el futuro.

**Contaminación del agua:** Los fertilizantes y pesticidas pueden filtrarse en las aguas subterráneas y superficiales, contaminando los cuerpos de agua y brotando la calidad del agua potable.

**Pérdida de biodiversidad:** La expansión agrícola y la eliminación de la vegetación natural pueden reducir la diversidad de especies de plantas y animales.

**Emisiones de gases de efecto invernadero:** La agricultura intensiva puede contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la producción de metano por los animales y la quema de residuos agrícolas.

**Salud humana:** El uso excesivo de pesticidas y fertilizantes puede ser perjudicial para la salud de los trabajadores agrícolas y las personas que consumen los productos agrícolas.

**Dependencia de combustibles fósiles:** La agricultura intensiva puede depender de la energía fósil para producir fertilizantes, pesticidas y maquinaria, lo que aumenta la huella de carbono y la vulnerabilidad a la volatilidad del precio de los combustibles fósiles.

Es importante adoptar prácticas agrícolas sostenibles para mitigar estos riesgos y lograr una agricultura más sostenible.

A continuación, se recopilan los pros y contras sobre el uso de aguas residuales:

#### *Ventajas del uso de aguas residuales*

- China es el primer lugar del mundo en la utilización de aguas residuales sin tratamiento para riego de cultivos, y el segundo lugar es México (Rueda, 2018).<sup>5</sup>

- El Instituto de Geología de la UNAM, comenta que usar aguas residuales para riego agrícola en México reporta beneficios en la productividad para el campo.
- El sector agrícola, en general, consume el 76.7% del agua disponible en el país. Es el mayor consumidor de agua, con sistemas de riego y de bombeo que son muy ineficientes y contrarias al aprovechamiento sustentable del agua (Redacción Agua.org.mx, 2020) Una alternativa para optimizar el uso de este de las aguas residuales, es aprovechar éste líquido no solo para regar sino el obtener sus nutrientes para su reutilización.<sup>6</sup>

#### *Desventajas del uso de aguas residuales*

- La consecuencia es que la población está en contacto con agua y alimentos que podrían tener una gran cantidad de metales pesados, residuos de disolventes industriales o plaguicidas, entre otros, que están propiciando un incremento de enfermedades crónico-degenerativas o infecciosas intestinales, como la diarrea.
- El riego con aguas negras puede provocar una acumulación de sal en el suelo, lo que puede afectar la absorción de nutrientes por parte de las raíces de los cultivos y dañar sus sistemas radiculares.

#### **Riesgo del uso de aguas residuales sin tratar.**

El reúso de aguas residuales es recomendado principalmente para aquellos cultivos que sufrirán una transformación industrial principalmente para producción de cereales donde su tallo sirve como filtro para contaminante; pero, en el Valle del Mezquital se utiliza en muchas ocasiones para el riego directo de hortalizas, lo que representa importantes riesgos para la salud pública (Silva, J. S., Torres, P. y Madera, C., 2008). La deficiencia o ausencia del tratamiento de aguas residuales previo a su uso tiene como consecuencia contaminación microbiológica, química, del suelo y del aire.<sup>7</sup>

**Contaminación microbiológica:** El uso de aguas residuales sin tratar puede liberar patógenos peligrosos, como bacterias, virus y parásitos, en el medio ambiente. Esto puede aumentar el riesgo de enfermedades infecciosas y la propagación de enfermedades transmitidas por agua.

**Contaminación química:** Las aguas residuales pueden contener una amplia gama de contaminantes químicos, como productos químicos tóxicos, metales pesados y productos

farmacéuticos. Estos contaminantes pueden dañar la salud humana y tener efectos negativos en la biodiversidad y la calidad del agua. Junto a la contaminación química existe la llamada contaminación farmacológica, en la que se ha descubierto una buena parte de los antibióticos que ingiere una persona en tratamiento médico, se excreta sin cambios, lo que ocasiona que en el agua residual se tengan pequeñas concentraciones fármacos, además de los microorganismos patógenos que contienen. El que se tengan patógenos con bajas concentraciones de antibióticos genera la diseminación de resistencia a los antibióticos de las bacterias dañinas a la salud.

**Contaminación del suelo:** Si las aguas residuales se vierten directamente en el suelo sin tratamiento, puede contaminar el suelo y los acuíferos subterráneos, lo que puede afectar la calidad de las fuentes de agua subterránea y tener consecuencias graves para la salud humana y el medio ambiente.

**Efectos negativos en la calidad del aire:** La liberación de gases tóxicos y contaminantes en el aire puede tener efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente.

Por lo tanto, el uso de aguas residuales sin tratar puede tener graves consecuencias para la salud humana y el medio ambiente, y es importante tomar medidas para garantizar que se trate adecuadamente antes de su uso.

## Riesgos a la salud

En estudios realizados en el Valle del Mezquital se han identificado presencia de sustancias y microorganismos nocivos en el agua como resultado de la descarga de aguas residuales de tipo doméstico e industrial proveniente de la Zona Metropolitana del Valle de México; los primeros, con presencia de patógenos (virus, bacterias, protozoos y helmintos), sólidos insolubles y detergentes, mientras que los provenientes de zonas industriales cuentan con compuestos tóxicos (cloruro y sulfatos), lo que incrementa el grado de contaminación ante la descarga de residuos de industrias de los parques industriales del Valle del Mezquital como lo son, el de Tepeji, Atitalaquia y Tula donde se ubican cementeras, la refinera, termoeléctricas y diversas empresas que realizan emisiones contaminantes a el aire y la descarga de aguas residuales.

Además, la región del Valle del Mezquital se abastece de agua principalmente de los cauces afluentes de ríos (Tula, San Juan, Alfajayucan,

Arroyo Zarco, Rosas, Salado, Tecozautla, Tlautla y Actopan), así como de cuerpos de agua y presas las presas Endhó, Vicente Aguirre, Javier Rojo Gómez, Requena y Taximay en las que se han encontrado metales pesados (plomo, mercurio, cianuro, nitratos, fosfatos, aceites y detergentes, entre otras sustancias químicas) y múltiples bacterias fecales además de los canales de riego que filtran sus aguas al no estar revestidos a las aguas subterráneas, cabe mencionar que los canales emisores de la zona Metropolitana llegan a la región del Valle del Mezquital si el tratamiento adecuado desde hace más de 100 años (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2015).<sup>8</sup>

Las vías de transmisión o de exposición a patógenos o contaminantes con el uso de aguas residuales para la agricultura y acuicultura son:

- Por contacto con el residual antes, durante y después del riego.
- Por inhalación de aerosoles de aguas residuales.
- Consumo de productos contaminados regados con agua residual.
- Consumo de productos cárnicos que han sido contaminados a través de la exposición con agua residual.
- Por incidencias presentes como resultado del desarrollo de esquemas de riego con agua residual y presas de estabilización. (Gonzales, M., 2010).<sup>9</sup>

Las enfermedades asociadas al uso o consumo son principalmente infecciones cuadros clínicos gastrointestinales, intoxicaciones alimentarias e intoxicación por metales pesados. Las infecciones del tracto intestinal se transmiten por el eje ano-manaboca, en la que se consume alimentos o bebidas contaminados con heces. Por lo tanto, la ausencia del tratamiento en el agua residual es un medio favorable para la transmisión de enfermedades.

Algunos ejemplos de microorganismos que se transmiten por heces son:

### Bacterias

- *Bacillus cereus*
- *Staphylococcus*
- *Helicobacter pylori*
- *Salmonella*
- *Shigella*
- *Escherichia coli*
- *E. coli enterotoxigénica*

- *E. coli* enteroinvasiva
- *E. coli* enteroagregativa
- *E. coli* agregación difusa

### Virus

- Hepatitis A
- Rotavirus

### Parásitos

- *Giardia Lamblia*
- *Criptosporidium*
- *Entamoeba Histolytica*

### Uso seguro de las aguas negras

Un hecho alarmante en la actualidad es el uso de agua residual cruda para el riego; México es el segundo país en donde es muy común encontrar esta situación. Especialmente en el Estado de Hidalgo es frecuente, debido a las grandes obras hidráulicas para dotar de agua a estos lugares y por lo tanto permitir la salida de las aguas negras producidas; el abasto de agua provocó que la población usara como medio económico el cultivo de muchas frutas y verduras con la ayuda de aguas residuales sin importar el grado de contaminantes, metales pesados o residuos industriales que estas aguas podrían contener; y peor aún, el foco de infecciones que esto generaría y la degradación de los suelos hablado sobre el problema ambiental.

La creación del canal de desagüe fue con el fin de darle una solución a las inundaciones que constantemente suscitaban en la Ciudad de México.

El presidente Porfirio Díaz lo mando construir tomando una dirección a Hidalgo debido a la ventaja geográfica por la inclinación que se tenía hacia este estado. La decisión del presidente favoreció a la población de la Ciudad de México y a la población de Hidalgo, ya que dio solución al problema de las inundaciones, pero también le brindo más cantidad de agua a Hidalgo y por lo tanto mejoró la escasez que tenían en estas zonas. Con el paso del tiempo, la tasa poblacional se incrementó, provocando un aumento en las aguas residuales producidas, por lo que años después se dio por inaugurado una presa llamada "Endho", en un principio fue destinada solamente para las aguas dulces del río Tula, pero con el paso del tiempo esta presa comenzó a recibir aguas negras de la ciudad de México.

El mundo actual ha buscado la manera de sobrevivir y de ir más allá de lo visto para mejorar la economía;

el reúso de las aguas residuales se tomó en cuenta por el hecho de un escaso suministro de agua potable para los diferentes usos incluidos la agricultura.

Para un uso seguro de estas aguas fue necesario la creación de guías que buscaban un balance entre los máximos beneficios de salud pública y las ventajas de usar recursos escasos; estas herramientas son lo suficientemente moldeables para poder adaptarse a las situaciones locales, sociales, económicas y ambientales de todos los lugares que fuera necesario.

Los pasos más importantes se llevan a cabo dentro de una planta de tratamiento en donde cada una está especializada para someter al agua que llega a procesos físicos y químicos para volver a medida de lo posible al más natural posible. Esta serie consiste en un tratamiento primario encargado de separar todos los residuos sólidos que estas pudieran contener, un tratamiento secundario para transformar la materia orgánica disuelta en sólidos para ser eliminados fácilmente y finalmente un tratamiento terciario en donde se buscará la desinfección y microfiltración de esta agua.

De acuerdo con el informe mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (UN Water, 2020) los aspectos importantes a considerar para evitar los efectos negativos en la salud son principalmente el tratamiento adecuado y oportuno de las aguas residuales, la restricción de cultivos, el método de riego, la práctica de higiene en el mercado y la preparación de los alimentos. Las aguas residuales están compuestas por aproximadamente el 99% de agua y el 1% de sólidos en suspensión, coloidales y disueltos por lo que el componente principal de esta solución puede ser susceptible de utilizar, sin embargo, es necesario el tratamiento de las aguas residuales para reducir o de ser posible eliminar las sustancias dañinas.<sup>6</sup>

### Conclusión

Los sistemas de canales que conducen aguas residuales existen desde hace miles de años, sin embargo, actualmente la enorme cantidad de personas ha generado volúmenes mayores a los tiempos antiguos generados por el uso doméstico, industrial y recreativo por lo que es un reto su tratamiento.

El uso de aguas residuales en agricultura se realiza como una forma de aprovechar el agua que de otra

manera sería desperdiciada y al mismo tiempo proporcionar nutrientes a las plantas. Las aguas residuales pueden contener nitrógeno, y otros nutrientes esenciales que son útiles para el crecimiento de las plantas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que las aguas residuales también pueden contener contaminantes tóxicos que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, antes de su uso en agricultura, es necesario tratar las aguas residuales para eliminar cualquier contaminante peligroso y garantizar que sean seguras y aptas para el uso agrícola.

En resumen, el uso de aguas residuales en agricultura se realiza como una forma de aprovechar los recursos y nutrir las plantas, pero es importante asegurarse de que se han tratado adecuadamente antes de su uso para reducir el impacto negativo en la salud, el medio ambiente y la economía.

## Referencias

- [1] Lara Figueroa, H. N., & García Salazar, E. (2020). Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital. *Revistas UNAM*
- [2] García-Salazar, Edith Miriam. El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Estud. soc. Rev. aliment. contemp. desarro. reg.* [online]. 2019, vol.29, n.54es: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2395-91692019000200106](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692019000200106)
- [3] FAO. (2017). FAO.ORG. Obtenido de: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water\\_use/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm)
- [4] Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Avance de siembras y cosechas. Obtenido de [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenDelegacion.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do)
- [5] Rueda, A. (29 de noviembre de 2018). Laboratorio de Periodismo de Ciencia. Obtenido de <https://www.dgdc.unam.mx/labpdc/leer/5/del-desague-a-la-cancha-la-ruta-verde-del-agua-negra>
- [6] Redacción Agua.org.mx. (20 de febrero de 2020). Fondo para la comunicación y la educación ambiental A.C. Obtenido de <https://agua.org.mx/editoriales/agua-y-agricultura/#:~:text=El%20sector%20agr%C3%ADcola%2C%20en%20general%2C%20consume%20el%2076.7%25,ineficientes%20y%20contrarias%20al%20aprovechamiento%20sustentable%20del%20agua.>
- [7] Silva, J. S., Torres, P. y Madera, C. (2008). Reúso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(2),347-359. [https://www.redalyc.org/pdf/18\\_03/180314732020.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/18_03/180314732020.pdf)
- [8] Pérez, I., (2015). “las aguas negras y sus beneficios”. Recuperado en febrero 2023 desde: [https://ciencia.unam.mx/leer/425/Las\\_%E2%80%9Caguas\\_negras%E2%80%9D\\_y\\_sus\\_beneficios](https://ciencia.unam.mx/leer/425/Las_%E2%80%9Caguas_negras%E2%80%9D_y_sus_beneficios)
- [9] Gonzales, M., (2010). “Usos seguros y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura”. *Revista cubana de salud pública*. 37 (1). 61-73. Recuperado en febrero 2023 desde: [https://www.redalyc.org/pdf/214/21417\\_788007.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/214/21417_788007.pdf)
- [10] UN Water. (2020). Aguas residuales un recurso desaprovechado. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1\\_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)