

# Percepción de los agricultores sobre el riesgo por el uso de agua residual para riego en la zona de Atlixco, Puebla

Farmers perception about risks related with irrigation residual water use in Atlixco, Puebla

Victoria Téllez Pérez<sup>1</sup>, \*Ignacio Ocampo Fletes<sup>2</sup>, Mario Alberto Tornero Campante<sup>2</sup>, Pedro Antonio López<sup>2</sup>, Luis Alberto Villarreal Manzo<sup>2</sup>, José Carlos Mendoza Hernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Doctorado en Ciencias, Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional (PROEDAR), Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla, México, [victoria\\_tellez\\_perez@hotmail.com](mailto:victoria_tellez_perez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, C. P. 72760, Puebla, México. Tel. 222-285-1445, [ocampoif@colpos.mx](mailto:ocampoif@colpos.mx), [mtornero@colpos.mx](mailto:mtornero@colpos.mx), [palopez@colpos.mx](mailto:palopez@colpos.mx), [lavilla@colpos.mx](mailto:lavilla@colpos.mx)

<sup>3</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química, C. P. 72570, Puebla, México, [josecarlos.mendoza@correo.buap.mx](mailto:josecarlos.mendoza@correo.buap.mx)  
\*Autor de correspondencia

## Resumen

El objetivo fue conocer la percepción de los agricultores sobre el riesgo de utilizar agua residual en actividades agrícolas en la zona alta de Atlixco, Puebla. Se aplicó una encuesta a 48 agricultores que utilizan agua del río Atoyac, se generaron medias de calificación en escala de 1 a 4 para conocer la magnitud de los riesgos percibidos y se utilizó la prueba exacta de Fisher ( $p \leq 0.05$ ) para asociar variables. Como resultado, 50% de los agricultores calificaron al problema como muy grave, 100% observó cambios en el color del suelo, y 68.8% calificaron el agua como indeseable por su color y 60.4% por su mal olor. Por otra parte, en los cultivos, 73.0% observaron pudriciones, marchitez, secamiento y plagas; 72.0% reportaron mejores cultivos; y 54.2% detectó daños en su salud. Los agricultores reconocen efectos negativos en suelo, cultivos y humanos, pero estos no son de alto riesgo.

**Palabras clave:** Agua residual; conocimiento; contaminación; percepción; riesgo.

## Abstract

The objective was to know the perception of farmers about the risk of using residual water in agricultural activities in the upper area of Atlixco, Puebla. A survey was applied to 48 farmers who use water from the Atoyac River, rating means were generated on a scale of 1 to 4 to know the magnitude of the perceived risks, and the Fisher's exact test ( $p \leq 0.05$ ) was used for the association between variables. Results show that 50% of the farmers rated the problem as very serious, 100% observed changes in the color of the soil, and 68.8% qualified water as undesirable due to its color and 60.4% due to its bad odor. In crops, 73.0% observed rotting, wilting, drying, and pests; 72.0% reported better crops; and 54.2% detected damage to their health. Farmers recognize negative effects on soil, crops, and humans, but they consider they are not of high risk.

**Keywords:** Wastewater; knowledge; pollution; perception; risk.

Recibido: 16 de agosto de 2022

Aceptado: 29 de mayo de 2023

Publicado: 12 de julio de 2023

**Cómo citar:** Téllez Pérez, V., Ocampo Fletes, I., Tornero Campante, M. A., Antonio López, P., Villarreal Manzo, L. A., Mendoza Hernández, J. C. (2023). Percepción de los agricultores sobre el riesgo por el uso de agua residual para riego en la zona de Atlixco, Puebla. *Acta Universitaria* 33, e3676. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2023.3676>

## Introducción

La percepción surge de la relación del individuo con el medio físico y social, donde existen factores constantes, tanto físicos (naturales y artificiales) como sociales, que determinan conductas del individuo frente al medio, con los que se adoptan patrones de recepción de información, procesamiento y decisión en función del ambiente; por lo que, según la posición que ocupe el sujeto en el medio social y económico, se determinan diversas experiencias y conductas que influyen en la forma como el individuo percibe y actúa frente al medio; lo que supone una relación entre el medio y los mecanismos cognoscitivos y perceptuales (Salazar *et al.*, 2012).

El medio ambiente físico y el social influyen sobre la percepción con los que se generan procesos de carácter cultural y sobre la percepción de colores, imágenes pictóricas e ilusiones perceptuales, pero también genera problemas de mecanismos de interpretación cognoscitiva y asignación de atributos a los objetos perceptuales, por lo que el sujeto no actúa como un reproductor de la realidad, sino que se enfrenta a ella asimilándola a sus sistemas cognoscitivos (Salazar *et al.*, 2012).

El proceso cognitivo de la conciencia se refiere al reconocimiento, interpretación y significación para estructurar juicios en torno a las sensaciones recibidas del ambiente físico y social en que intervienen otros procesos psíquicos, como el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Vargas, 1994).

Según Arias (2014), la percepción es "el resultado del procesamiento de información que consta de estimulaciones a receptores en condiciones que en cada caso se deben parcialmente a la propia actividad del sujeto". La misma autora, citando a Barthey (1982), define este concepto como "cualquier acto o proceso de conocimiento de objetos, hechos o verdades, ya sea mediante la experiencia sensorial o por el pensamiento; es una conciencia de los objetos, un conocimiento inmediato o intuitivo, o juicio", como una forma de pensamiento de una conducta inmediata que convierte la percepción en un sinónimo de conciencia.

Es así como la percepción se refiere a conocimientos de los otros, la formación de impresiones y los procesos de atribución, es decir, la influencia de los factores sociales y culturales sobre la percepción y cognición (Salazar *et al.*, 2012). Algunos autores se refieren a la percepción social como la valoración que un sujeto hace de una determinada situación social y de su papel o posibilidades en ella, es decir, la valoración o captación que cada sujeto realiza en una situación de interacción social (Roca, 1991). Desde el paradigma sociocultural, la persona es un agente social que busca y crea significados en el entorno al relacionarse con él. Los significados son modulados por la cultura, la estructura social y el contexto sociocultural, resultando una perspectiva psicosocial (Valera, 1996).

Por otro lado, el riesgo implica "la presencia de una característica o factor que aumenta la probabilidad de consecuencias adversas. En este sentido, el riesgo constituye una medida de probabilidad estadística de que en un futuro se produzca un acontecimiento por lo general no deseado" (Pita *et al.*, 1997). El riesgo es una construcción social que remite a la producción y reproducción de las condiciones de vulnerabilidad, que definen y determinan la magnitud de los efectos ante la presencia de una amenaza natural (García, 2005).

Los riesgos refieren de aquella probabilidad que existe de que los peligros pasen a convertirse, según las circunstancias, en daños. Esto significa que el daño en el riesgo se vea como probable, mientras que el daño en el peligro sea simplemente hipotético. El riesgo se preocupa por aquellos peligros que en una probabilidad alta pueden producir daño; es decir, el riesgo admite la presencia de peligros admisibles o tolerables que pueden llegar a convertirse en un daño (Sotelo & Sotelo, 2017).

Actualmente, la sociedad vive bajo muchos riesgos, entre estos, los naturales y los originados por la actividad económica (antropogénicos), los cuales causan impactos y peligros en los asentamientos urbanos y rurales. Entre los principales riesgos se encuentran el cambio climático, la desaparición de biodiversidad biológica y cultural, la inseguridad social, nuevas enfermedades y la escasez y contaminación de los recursos naturales finitos, como la escasez y contaminación del agua dulce; que afectan la flora, la fauna y a todos los seres vivos (Sotelo & Sotelo, 2017).

Uno de los principales problemas que pone en situación de riesgo a la población es la contaminación del agua dulce. Esta agua, sin algún tratamiento, es reutilizada por las poblaciones de agricultores que las usan para el riego de sus cultivos. El riesgo se presenta para las personas que están en contacto directo con el agua (agricultores y jornaleros) y para los consumidores. El riesgo ocurre por las necesidades de agua para todos los usos que aumentan a nivel mundial y por las repercusiones de la contaminación (y escasez física) de las aguas dulces que se están acelerando a nivel local. La contaminación del agua causada por los asentamientos humanos (urbanización), la industria y en gran medida por la agricultura industrializada está ocasionando una crisis mundial cada vez más grave que afecta directamente la salud, el desarrollo económico, la inocuidad de los alimentos y la seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021), factores que aumentan los riesgos en la población.

Actualmente, a nivel mundial se estima que alrededor de 2250 km<sup>3</sup>/año de efluente se vierten en el medio ambiente: 330 km<sup>3</sup>/año como aguas residuales urbanas, 660 km<sup>3</sup>/año como aguas residuales industriales (en particular agua de refrigeración) y 1260 km<sup>3</sup>/año en forma de drenaje de tierras agrícolas (FAO, 2021).

En los países en desarrollo, el vertido de aguas residuales no tratadas es una práctica habitual debido a la carencia de infraestructura, capacidad técnica e institucional y financiación. Más del 80% del total de las aguas residuales se vierten sin tratar. Los países de ingresos altos tratan aproximadamente el 70% de las aguas residuales urbanas e industriales que generan, los países de ingresos medios-altos tratan el 38%, los países de ingresos medio-bajos tratan el 28% y los países de ingresos bajos tratan solo el 8% (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2017).

La reutilización de las aguas siempre se ha manejado en todo el mundo y a lo largo de la historia de la humanidad (Melián-Navarro & Fernández-Zamudio, 2016). Las aguas residuales no tratadas o diluidas se han utilizado durante siglos para el riego; sin embargo, son nocivas para la salud humana, para el ambiente y para las actividades económicas (UNESCO, 2017). El uso de agua residual en la agricultura es una práctica centenaria que se ha realizado en todo el mundo, principalmente en zonas áridas y corredores periurbanos, especialmente por los bajos costos y beneficios que representa (aportación de nutrientes al suelo agrícola), sin considerar los altos riesgos a la salud y al medio ambiente. Se estima que los flujos aumentarán en el futuro, por un lado, por el crecimiento de la población en las zonas urbanas y, por otro, por la escasez física y económica del agua (Scott *et al.*, 2004).

No obstante los diversos problemas generados por el uso de aguas residuales, estas cada vez son mejor aceptadas porque pueden proporcionar agua y nutrientes seguros para la producción de alimentos, los cuales pueden ser utilizados para alimentar a las crecientes poblaciones urbanas, como ocurre en las zonas periurbanas, donde utilizan aguas residuales insuficientemente tratadas para regar tierras de cultivo en una extensión aproximada a los 36 millones de hectáreas. Se estima que al menos el 10% de la población mundial consume alimentos regados con estas aguas (OMS, 2022).

El uso de aguas residuales, aguas excretas y aguas grises, en agricultura y acuicultura, es considerado cada vez más como un método que combina el reciclaje del agua y nutrientes, la seguridad alimentaria de los hogares y la mejora de la nutrición de los hogares pobres (World Health Organization [WHO], 2006).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, se considera agua residual a "las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas" (Semarnat, 1997).

Los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación determinados por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, involucran parámetros de tipo físico, químico y microbiológico, y su valor se determina con base en el cuerpo receptor: ríos, embalses naturales y artificiales, aguas costeras y suelo. Con respecto al agua de uso en riego agrícola que se descarga a ríos y suelo, algunos parámetros para el promedio diario en ambos casos son 25 mg/L de grasas y aceites; de 5 a 10 unidades de pH; de 1000 y 2000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml; un huevo de helminto por litro para riego no restringido y cinco huevos por litro para riego restringido; así como 1 mg/L en ríos y 10 mg/L de plomo en suelo y 0.02 mg/L en ríos y 0.01 mg/L de mercurio en suelo (Semarnat, 1997).

En México, las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales y no municipales. Las primeras son generadas en los grupos de población y colectadas en sistemas de alcantarillado, se descargan 7.41 km<sup>3</sup>/año (234.9 m<sup>3</sup>/s) y de estas se tratan 4.28 km<sup>3</sup>/año (135.6 m<sup>3</sup>/s). Las segundas son generadas por la industria autoabastecida, descargadas directamente a cuerpos de aguas, volúmenes del orden de los 6.88 km<sup>3</sup>/año (218.1 m<sup>3</sup>/s), y solo se tratan 2.64 km<sup>3</sup>/año (83.7 m<sup>3</sup>/s) (Semarnat, 2018).

En el país existen diversos cuerpos de agua que reciben las aguas municipales e industriales. Entre estos se encuentra el río Atoyac, que descarga agua en la presa Manuel Ávila Camacho, el cuerpo de agua permanente más grande del estado de Puebla; sus afluentes son los ríos Atoyac y Zahuapan, que descargan aguas residuales de tipo industrial y doméstico, por lo que se han tomado medidas de conservación (INEGI, 2019a).

Desde la presa derivadora Echeverría se conducen 4 m<sup>3</sup> de agua por segundo, a través de un canal y un túnel, hasta la Central Hidroeléctrica Portezuelo I del valle de Atlixco (Rodríguez, 2000). Una vez que el agua pasa por la hidroeléctrica I para la generación de energía eléctrica, un volumen se vierte directamente a los campos de cultivo para el riego de hortalizas y flores, plantas aromáticas y forrajeras, y la otra parte continúa a la Central Hidroeléctrica Portezuelo II (18.919199 N, 98.372692 W), para luego desembocar en el río Nexapa para el riego de cultivos de la parte baja del río. Diversos estudios han reportado la polución de las aguas que transporta el río Atoyac (Bonilla *et al.*, 2015; Pérez *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2002), y parte de estas aguas se conducen para la región de Atlixco.

Los agricultores siempre han utilizado esta agua para riego, no obstante que su calidad era mejor y ha disminuido las últimas décadas. Diversos estudios han evaluado su calidad físico-química, microbiológica y toxicológica de la degradación del agua del río Atoyac. Sin embargo, falta explorar la percepción de los usuarios directos, por lo que el objetivo fue conocer la percepción de los agricultores sobre el riesgo de utilizar el agua residual no tratada en actividades agrícolas para producir cultivos de consumo directo en la zona alta de Atlixco, Puebla.

## Materiales y métodos

### Características de la zona de estudio

La zona de estudio consideró tres comunidades: La Cantera de San Pablo Ahuatempan, Atlixco; San Pablo Ahuatempan, Atlixco; y El Mirador, Santa Isabel Cholula (INEGI, 2022). La zona se encuentra entre los paralelos 18° 55' 09.1" N y 18° 56' 28.9" N y los meridianos 98° 22' 21.7" W y 98° 20' 39.5" W (dato directo con GPS) (Figura 1). La altura sobre el nivel del mar oscila entre los 1878 m. s. n. m. y los 1913 m. s. n. m. El clima es C(w1) (w), templado húmedo con lluvia invernal (INEGI, 2008), la temperatura media anual oscila entre los 16 °C y 18 °C (INEGI, 2007), y la precipitación media anual es de entre 800 mm y 1000 mm (INEGI, 2006).

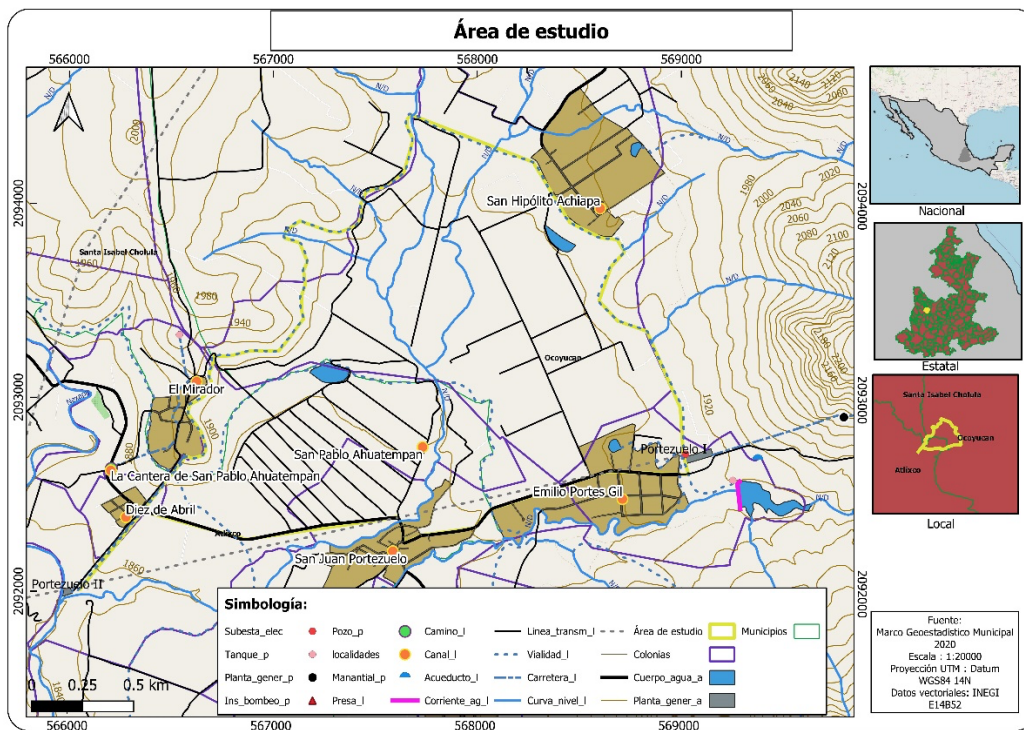


Figura 1. Localización de la zona de estudio en el valle de Atlixco, Puebla.  
Fuente: Elaboración propia con información de campo y datos vectoriales INEGI E14B52 (INEGI, 2020).

### Método y técnicas de investigación

Se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo, que consiste en especificar características, propiedades y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, animales o hechos o cualquier otro fenómeno, y se midió la información de manera conjunta o independiente a través de conceptos, variables o componentes definidos (Hernández et al., 2014).

Primero, se desarrolló una fase exploratoria, cuyo objetivo fue reconocer el área de estudio con recorridos en campo y análisis de información en la literatura y documentos. Posteriormente, para generar información se aplicó una encuesta a los agricultores que utilizan el agua proveniente del río Atoyac para riego de sus cultivos. En esta zona riegan sus parcelas 48 agricultores, por lo que se realizó un censo, y como instrumento se utilizó el cuestionario organizado por temas de la siguiente forma: 10 preguntas de aspectos sociodemográficos, 12 sobre percepción de problemas en la zona de riego, 43 relacionados a la percepción del riesgo sobre la contaminación de los canales de riego, y tres acerca de su experiencia agrícola.

Las preguntas sobre percepción se aplicaron conforme a las propuestas de Catalán-Vázquez *et al.* (2009) y Aragonés *et al.* (2017). En este último, se incluye una adaptación de la escala de percepción de riesgo propuesta por Slovic *et al.* (1980), con 18 preguntas y cuatro puntos en vez de siete, debido al bajo nivel educativo de los participantes, además de que se agregó una pregunta para medir la magnitud del riesgo percibido. Asimismo, se evaluó la probabilidad de enfermedad relacionada con la contaminación del agua de riego provenientes del río Atoyac, también con una escala de cuatro puntos, donde 1 indicaba ninguna probabilidad y 4 representaba una gran probabilidad.

El análisis estadístico consistió en la obtención de las medidas de tendencia central, y se utilizó la prueba exacta de Fisher ( $p \leq 0.05$ ) para la asociación entre variables. Los datos obtenidos se analizaron en los programas Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 25 y Microsoft® Excel.

## Resultados y discusión

### Características de los agricultores

Se identificó que de los 48 agricultores que irrigan 335.05 ha con aguas residuales no tratadas provenientes del río Atoyac (usuarios directos), 54.2% son hombres y 45.8% son mujeres, cuya edad promedio de ambos es de 40 años, con una edad mínima de 19 y una máxima de 76 años. El 54.1% concluyeron la primaria, 35.4% terminó la secundaria, 4.2% finalizó el bachillerato y 4.2% realizó una licenciatura. Adicionalmente, 54.2% de las familias están integradas por entre uno y cinco hijos, 37.5% entre seis y 10 hijos, y 8.3% de 11 o más hijos. Finalmente, 21% expresó formar parte de alguna organización para las actividades agrícolas (Tabla 1).

Tabla 1. Datos sociodemográficos.

Característica	Hombres		Mujeres	
Sexo	No.	%	No.	%
	26	54.2	22	45.8
<b>Edad</b>				
Mínima	22		19	
Máxima	76		64	
<b>Grado de estudios</b>				
Primaria	16	33.3	10	20.8
Secundaria	7	14.6	10	20.8
Bachillerato	2	4.2	0	0
Licenciatura	1	2.1	1	2.1
Otro	0	0	1	2.1
<b>Cantidad de integrantes de la familia</b>				
De 1 a 5	15	31.3	11	22.9
De 6 a 10	10	20.8	8	16.7
De 11 a 15	0	0	4	8.3
<b>Asociación</b>				
No pertenece	21	43.8	17	35.4
Grupo San Pablo Ahuatempan	0	0	1	2.1
Asociación Mercado de Santa Rita	3	6.3	0	0
Asociación de Nopaleros	0	0	1	2.1
Asociación de Flores Villa de Cancún	1	2.1	0	0
Otra	1	2.1	3	6.3

Fuente: Elaboración propia con información de campo ( $n = 48$ ).

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (INEGI, 2019b), el 83.02% de los productores mexicanos son hombres y el 16.98% son mujeres, cuatro de cada 10 productores agropecuarios tienen entre 46 y 60 años, y un 57.1% de productores cuentan con nivel primaria. De lo anterior, destaca que los agricultores de la zona de estudio son una población más joven y paritaria en cuanto a la participación de hombres y mujeres que el promedio de productores agropecuarios a nivel nacional y tienen un nivel de estudios muy semejante con primaria, con un mayor porcentaje de agricultores con secundaria (54.1%) que el nacional (16.8%). Además, 64.7% de los agricultores indicaron que se dedican a la agricultura desde hace más de 10 años, y 100% son productores agrícolas que tienen como estrategia de producción la diversidad de cultivos hortícolas, ornamentales y forrajeros.

Durante todo el año siembran algunos de los siguientes cultivos: epazote (*Dysphania ambrosioides*), alfalfa (*Medicago sativa*), hierba buena (*Mentha spicata*), huauzontle (*Chenopodium berlandieri*), cilantro (*Coriandrum sativum*), cebolla (*Allium cepa*), maíz (*Zea mays*), perejil (*Petroselinum crispum*), girasol (*Helianthus annuus*), nora (*Schefflera arboricola*), margarita (*Bellis perennis*), terciopelo (*Celosia argentea*), cempasúchil (*Tagetes erecta*), nube (*Gypsophila paniculata*), aster (*Aster tataricus*), gladiola (*Gladiolus hybridus*), crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), sorgo (*Sorghum bicolor*), calabacita (*Cucurbita pepo*), tomate verde (*Physalis ixocarpa*), flor arabela (*Clematis integrifolia*), rábano (*Raphanus sativus*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). En los últimos años se han visto en la necesidad de introducir el nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*), por ser más rentable, por lo que todos tienen este cultivo en una fracción de su parcela. Como puede apreciarse, muchos cultivos son de consumo humano, comercializados en mercados de la región de Atlixco, en la ciudad de Puebla y en la Ciudad de México.

El agua se conduce por los canales primario y los secundarios sin revestir, luego se almacena en el jagüey (almacenamiento artificial de agua) para su distribución en las parcelas. La forma de riego en la parcela es tradicional o por inundación, lo cual exige a los distribuidores del riego (regantes), sembradores (siembran directamente la semilla) y plantadores (trasplantan del almácigo o semillero al suelo) trabajar dentro del agua (pies y manos están en contacto directo con el agua y lodos). En estas tareas participan hombres y mujeres de distintas edades. Los agricultores, sus familias y los trabajadores contratados están en contacto directo con el agua de riego, ya sea manejándola o inhalándola directamente.

## Percepción sobre el grado de contaminación del agua de riego

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se considera como contaminantes básicos (Semarnat, 1997):

Aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. Se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/L de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH así como contaminantes patógenos y parasitarios definidos, como "aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. Solo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto" (Semarnat, 1997).

Los usuarios directos de las aguas residuales se refieren al agua como "negra o contaminada", lo que plantea que las aguas son de baja calidad y todos reconocen que la usan en el riego agrícola. En cuanto a la percepción sobre la gravedad del problema por la contaminación de las aguas residuales que usan para el riego de sus cultivos, 29.2% considera que está en un nivel muy grave, 20.8% bastante grave, 20.8% ligeramente grave y 27.1% no grave.



Con relación a la opinión sobre el grado de contaminación del agua del canal general cerca de la central Hidroeléctrica Portezuelo I, del canal general cerca del Jagüey y de los canales secundarios (después del jagüey) que conducen el agua a las parcelas, 35.4% y 33.3% percibía, para el canal general, que el agua está muy contaminada y ligeramente contaminada, respectivamente; 47.9% percibía al agua cerca del jagüey como ligeramente contaminada; y 52.1% percibía que el agua en canales secundarios estaba ligeramente contaminada (Figura 2).

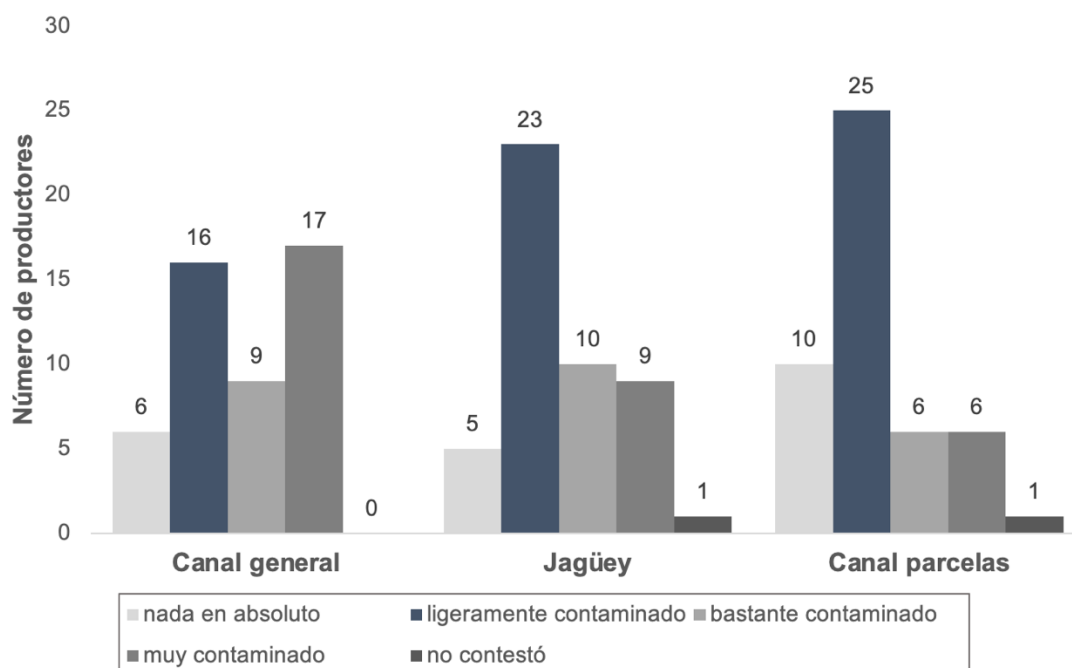


Figura 2. Percepción sobre el grado de contaminación del agua de riego en diferentes sitios.  
Fuente: Elaboración propia con información de campo (n = 48).

La percepción de los agricultores por las que deducen que el agua del canal general, de los canales secundarios y del jagüey, así como el agua que llega a sus parcelas, está contaminada, se basa en lo que observan y en los síntomas que experimentan en su salud al estar en contacto directo con el agua, por ejemplo: color indeseable (68.8%), olor indeseable (60.4%), ardor de ojos (16.7%), dolor de garganta (12.5%) y presencia de basura (4.2%); resaltando las características de color (no es transparente) y olor desagradable del agua.

Conforme a la prueba exacta de Fisher, se presentó asociación estadísticamente significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la antigüedad en el manejo del agua y la percepción del grado de contaminación del agua de riego cerca del canal general próximo al Jagüey ( $p = 0.047 \leq 0.05$ ) y de los canales secundarios (después del jagüey) que conducen el agua a las parcelas ( $p = 0.043 \leq 0.05$ ) donde, a mayor antigüedad de manejo del agua, la percepción de contaminación fue mayor; pero no se presentó asociación sobre la percepción de la contaminación en el canal general cerca de la Central Hidroeléctrica Portezuelo I ( $p = 0.746 \geq 0.05$ ), donde, sin distinción de antigüedad, opinaban que había un cierto grado de contaminación.

Estos resultados son similares a los reportados por Keraita *et al.* (2008), donde los productores de Ghana notaron niveles crecientes de contaminación por el mal olor, desechos sólidos y color obscuro del agua. También, los resultados son similares a los reportados por Sáenz *et al.* (2016), donde 57% de los entrevistados perciben olores fecales muy fuertes en diferentes horarios del día de una planta de tratamiento de aguas residuales en El Roble-Puntarenas, Costa Rica. Asimismo, Jacobo (2018) reportó para la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes, malos olores (podrido o a drenaje), espuma blanca causada por detergentes y aspecto desagradable.

### Percepción sobre efectos negativos al suelo por las aguas de riego residuales

Entre los principales efectos negativos al suelo por el agua de riego residual, 58.3% percibieron que el suelo adquiere un color negro muy diferente al color normal y 47.9% observaron que se forma una costra blanca encima. Otros han percibido que necesitan mayores cantidades de insecticidas (27.1%), fungicidas (27.1%) y herbicidas (18.8%) para el control de plagas y enfermedades del suelo y malas hierbas, respectivamente. Otras interpretaciones están relacionadas a la necesidad de más fertilizante químico, al bajo rendimiento y a la coloración verdosa del suelo (Figura 3).

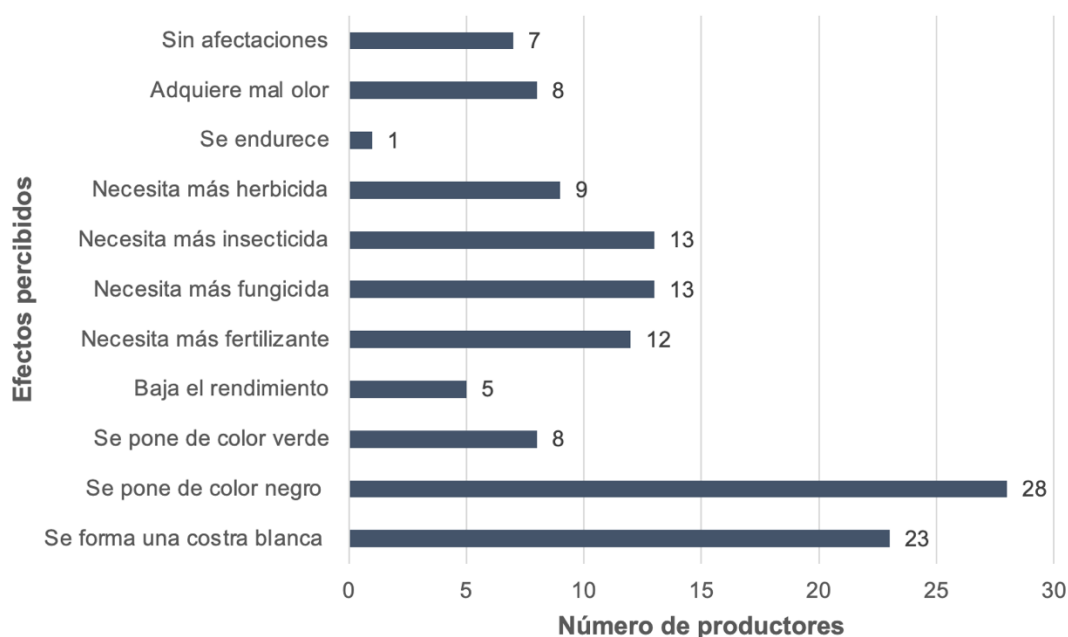


Figura 3. Percepción de los productores sobre los efectos al suelo por el uso de aguas residuales en el riego.  
Fuente: Elaboración propia con información de campo (n = 48).

Lo anterior es muy semejante a lo reportado en otros estudios. Por ejemplo, Ndunda & Mungatana (2013) encontraron un aumento de plagas y enfermedades y proliferación de malas hierbas, lo cual está muy relacionado para el caso en estudio asociado a la necesidad de aplicar mayor volumen de insecticidas, fungicidas y herbicidas.

La mayoría de los usuarios del agua consideran que el riego con aguas residuales afecta al suelo en forma negativa. Muy pocos señalaron que realizan algunas prácticas para mejorar su calidad, entre estas, 8.3% aplican abonos orgánicos y 6.3% utilizan insumos químicos, muy similar a lo reportado en otros estudios donde los productores aplican yeso, cal, materiales de fosfato, materia orgánica, minerales arcillosos, hierro hidratado y óxidos de manganeso (Ndunda & Mungatana, 2013). La mayoría (62.5%) mencionaron que no realizaban alguna práctica.

## Percepción sobre efectos negativos y positivos a los cultivos por las aguas de riego residuales

Los agricultores señalaron que el agua de riego tiene efectos negativos en los cultivos. En este sentido, 43.8% están de acuerdo en que se presentan pudriciones, 18.8% mencionan marchitez y 10.4% reportan secamiento de plantas. De igual forma, 14.6% han percibido mayor ataque de plagas y 12.5% mayor emergencia de maleza que compiten con los cultivos. Por otro lado, 72.9% habían notado mejoras en el crecimiento de los cultivos por el agua de riego y 35.4% del total de productores no habían notado afectaciones negativas o positivas en los cultivos.

El desarrollo de los cultivos está asociado al alto contenido de nutrientes que depositan las aguas residuales en el suelo, siendo estas una fuente de nutrientes para la producción de cultivos. Reyes-Prado *et al.* (2022) encontraron altos contenidos de materia orgánica en agua residual agrícola. El alto contenido de nutriente también fue percibido por productores en Kibera, condado de Nairobi, Kenia (Ndunda & Mungatana, 2013). Por su parte, Estrada *et al.* (2016) reportan que 55% de los productores de comunidades de Hidalgo, México, consideran que al regar los cultivos con aguas residuales se puede cosechar en menor tiempo y los costos son bajos.

Los agricultores han percibido que los cultivos que más son afectados por el agua de riego son las flores, el cilantro (*Coriandrum sativum*) y el tomate verde (*Physalis ixocarpa*); otro grupo de cultivos como el perejil (*Petroselinum crispum*), la cebolla (*Allium cepa*), el girasol (*Helianthus annuus*) y el aguacate (*Persea americana*) son menos afectados. Sin embargo, 33.3% señaló que no han percibido daños en los cultivos. Esto último es semejante a la opinión de productores de otras regiones, quienes no estaban de acuerdo con la afirmación de que la reutilización de las aguas residuales provoca la contaminación de los alimentos (Ndunda & Mungatana, 2013). Una de las razones es que los agricultores no consumen las verduras que producen, por lo que es posible que no hayan experimentado ningún impacto (Keraita *et al.*, 2008). No obstante, la reutilización del agua de riego infestada con patógenos bacterianos, virales, protozoarios y helmínticos excretados puede resultar en una contaminación extensiva de los alimentos (WHO, 2006).

## Percepción sobre los efectos negativos en las personas por el agua de riego

Las aguas residuales para riego están asociadas a mayores riesgos para la salud de los agricultores, de sus familias y de los consumidores, ya que contienen grupos de helmintos, bacterias, virus y protozoos, lo que provoca infecciones, anquilostomiasis, cólera, fiebre tifoidea, shigelosis, diarreas, salmonella, amebiasis, entre otros (WHO, 2006).

Los agricultores de la zona de estudio que usan aguas residuales mencionaron que esta afecta la salud de los habitantes de la zona de riego por daños en la piel (18.8%), con enrojecimiento en piernas y micosis en los pies; por problemas respiratorios con irritación de garganta, enrojecimiento de ojos y dolor de cabeza (10.4%); por problemas al sistema inmune, donde bajan las defensas del organismo, se incrementa la posibilidad de enfermar, se afecta el crecimiento, se debilita el cuerpo y se causa desgaste (10.4%); por efectos psicológicos con preocupación (2.1%); por enfermedades en general (2.1%); por efectos en la vida diaria que impiden realizar actividades al aire libre (12.5%); por muerte (0.0%); y por otras razones (12.5%). Del total, 12.5% no sabe si existe o no afectación, y ninguno indicó que el agua afecte la salud hasta provocar la muerte.

Conforme a la prueba exacta de Fisher, no se presentó asociación estadísticamente significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la percepción de afectación de la contaminación del agua en la salud de los habitantes de la zona de riego con el sexo, escolaridad y antigüedad de los productores, a excepción de dos casos: la asociación entre la percepción de afectación al sistema inmune por contaminación y su escolaridad, donde todos los que indicaron afectaciones al sistema inmune contaban con nivel secundaria, así como la asociación entre el desconocimiento sobre la percepción de afectación a la salud y su sexo.

Se encontró asociación de acuerdo con la prueba exacta de Fisher entre el desconocimiento sobre la percepción de la afectación a la salud por la contaminación del agua de riego y el sexo ( $p = 0.025$ ,  $p \leq 0.05$ ), donde el 100% de los agricultores que indicaron no saber si la contaminación del agua afecta fueron hombres. Los agricultores que indicaron afectaciones no mencionaron desde hace cuánto tiempo las perciben.

Los problemas de salud reportados por los usuarios del agua son similares a los identificados en otros estudios. Ndunda & Mungatana (2013) reportaron diarrea, dolor de estómago, lombrices intestinales e infecciones de la piel como picazón y ampollas en las manos y los pies; en tanto, Antwi-Agyei *et al.* (2016) reportaron que 26% de los agricultores y 66% de los consumidores domésticos identificaron correctamente enfermedades como diarrea/cólera e infecciones por lombrices, cabe mencionar que la diarrea es una de las principales causas de muerte (OMS, 2022). Por su parte, Keraita *et al.* (2008) encontraron que pocos productores reportaron infecciones de la piel.

Así mismo, Garza *et al.* (2001) reportaron para la comunidad de Loma Blanca, Valle de Juárez, México, diarreas, mucosidad con sangre, calambres en el estómago, dolores de cabeza, pérdida de apetito, mareos y náuseas; mientras que Estrada *et al.* (2016) reportaron para municipios de Hidalgo, México, enfermedades de tipo respiratorias (4% se enferma más de cinco veces al año) y enfermedades de tipo estomacal (12% se enferma más de cinco veces al año). Jacobo (2018) reportó para la comunidad de Paso Blanco, Aguascalientes, enfermedades en la piel, alergias y diarreas.

Sin embargo, 43.8% de los agricultores de la zona de estudio señaló que estas aguas no causan problemas a la salud, situación semejante a la reportada en un estudio realizado en Accra, Ghana, donde poco más del 50% de todos los encuestados (granjeros, vendedores y consumidores) no asociaron ningún riesgo para la salud con la exposición a aguas residuales (Antwi-Agyei *et al.*, 2016). En otro estudio (también en Ghana) los agricultores calificaron los posibles riesgos para los consumidores como muy bajo (Keraita *et al.*, 2008).

En cuanto a la opinión sobre la proximidad temporal con la que los agricultores perciben el riesgo de enfermedad debido a la contaminación del agua de riego, 56.3% opinó que el riesgo de enfermedad es remoto, 35.4% no muy inmediato y 4.2% muy inmediato. Sobre el grado de evasión de las personas expuestas a enfermarse, 22.9% opinó que las personas expuestas no podían evitar la enfermedad, 20.8% pueden evitar la enfermedad con facilidad razonable, 8.3% pueden evitar la enfermedad con bastante facilidad y 45.8% pueden evitar la enfermedad muy fácilmente.

Al referirse al riesgo de enfermarse por la contaminación de agua de riego, 50% opinó que no era riesgoso, 35.4% ligeramente riesgoso, 4.2% bastante riesgoso y 4.2% muy riesgoso. Sobre la probabilidad que les cause una enfermedad mortal, 50% consideraron que era completamente improbable, 37.5% ligeramente probable, 2.1% bastante probable y 6.3% muy probable.

Respecto a la opinión sobre la probabilidad de verse en un futuro afectado por la contaminación del agua de riego, 37.5% opinaron que es poco probable, 45.8% consideró que ligeramente probable, 6.25% bastante probable y 8.3% muy probable. Sobre si este riesgo plantea cierta amenaza para las generaciones futuras, 43.8% de los agricultores opinaron que no plantea ninguna amenaza, 29.2% mencionan que plantea alguna amenaza, 12.5% dice que plantea una gran amenaza y 12.5% reporta que plantea una muy grande amenaza.

En razón a aumentar los riesgos por continuar regando con estas aguas, 41.7% opinaron que no aumenta este riesgo, 39.6% aumenta un poco, 8.3% aumenta bastante y 8.3% aumenta mucho. Con relación a la opinión sobre la facilidad de reducir el riesgo, 66.7% opinaron que no es fácil reducir, 22.9% que es algo fácil, 4.2% que es bastante fácil y 4.2% que es muy fácil de reducir.

### **Valoración respecto a la percepción por el uso de las aguas residuales**

Las medias de calificación en una escala de 1 a 4, donde 1 indicaba ninguna probabilidad y 4 representaba una gran probabilidad, para saber la magnitud de los riesgos percibidos por los agricultores por el uso de las aguas residuales para diferentes indicadores, muestra lo siguiente: 1) la percepción es que el agua del canal general está bastante contaminada, y la de los canales de riego cerca del jagüey y cerca de las parcelas está ligeramente contaminada; 2) la proximidad temporal de riesgo a enfermarse es muy remota; 3) el riesgo a enfermarse es ligeramente riesgoso; 4) la posibilidad de que se presenta una enfermedad mortal es ligeramente probable; 5) la posibilidad de verse afectados en el futuro es ligeramente probable; 6) esta situación de contaminación plantea alguna amenaza para las generaciones futuras; y 7) aumentará poco el riesgo por continuar usando las aguas residuales (Tabla 2).

Tabla 2. Magnitud del riesgo percibido por el uso de aguas residuales.

Percepción	Magnitud del riesgo percibido	Escala de percepción de riesgo
Grado de contaminación		
-Canal cerca de la central hidroeléctrica Portezuelo I	2.77	1. Nada contaminada
-Canal de riego cerca del jagüey	2.49	2. Ligeramente contaminada
-Canal cerca de las parcelas	2.17	3. Bastante contaminada
		4. Muy contaminada
Proximidad temporal de riesgo a enfermarse	1.46	1. Remoto a enfermarse
		2. No muy inmediato
		3. Muy inmediato
		4. Inmediato
Riesgo a enfermarse por el agua residual	1.60	1. Nada riesgoso
		2. Ligeramente riesgoso
		3. Bastante riesgoso
		4. Muy riesgoso
Posibilidad de que el agua residual cause una enfermedad mortal	1.63	1. Completamente improbable
		2. Ligeramente probable
		3. Bastante probable
		4. Muy probable
Probabilidad de verse afectados en el futuro por el agua residual	1.85	1. Poco probable de verse afectado
		2. Ligeramente probable
		3. Bastante probable
		4. Muy probable
Amenazas para las generaciones futuras	1.94	1. No plantea ninguna amenaza
		2. Plantea alguna amenaza
		3. Plantea gran amenaza
		4. Plantea muy grande amenaza
Aumenta los riesgos de continuar usando el agua residual	1.83	1. No aumenta el riesgo
		2. Aumenta un poco el riesgo
		3. Aumenta bastante el riesgo
		4. Aumenta mucho el riesgo

Fuente: Elaboración propia con información de campo (n = 48).

Como puede observarse, excepto por la percepción de que el agua residual del canal general cercano a la Central Hidroeléctrica Portezuelo I se encuentra bastante contaminada, en general la percepción de que los riesgos a la salud se conviertan en daños, tanto a las generaciones presentes como futuras no es alarmante; es decir, no perciben altos riesgos. Lo anterior plantea que no existe preocupación por los efectos negativos que pueda causar el agua residual en el futuro inmediato. Sin embargo, podrían estar usando estrategias defensivas ante los informes negativos que condenan estas áreas de riego y en otros casos subestiman los riesgos cuando ven amenazada su actividad económica (Keraita *et al.*, 2008).

Es importante considerar que pueden existir otras motivaciones de los agricultores para usar las aguas residuales. Un estudio en Bangladesh mostró diferentes intereses por las que usan estas aguas. Ante la escasez de agua dulce, el agua residual se convierte en el único recurso disponible que genera ahorro en fertilizantes, buen crecimiento y rendimiento de los cultivos (el agua residual aporta nutrientes al suelo), disponibilidad de agua para cosechar hasta tres cultivos al año y recibían más ingresos, motivos por los que se pronunciaron a cualquier iniciativa por desviar el agua de su acceso, y estaban dispuestos a pagar por obtener aguas residuales (Mojid *et al.* 2010).

Los agricultores de la zona de estudio tienen como principal fuente de agua las del río Atoyac, por lo que seguramente minimizan los efectos negativos de las aguas residuales, no obstante el reconocimiento de los problemas en la salud. Esto último es muy similar a lo encontrado por Estrada *et al.* (2016), donde 72% de la población sí reconoció el riesgo de las aguas residuales para la salud.

### Percepción sobre los efectos en los animales por el agua de riego

Una vez que se ha cosechado el cultivo, los animales (ovinos y equinos) son pastoreados en las parcelas y beben agua de los canales. Respecto a esto, los agricultores han observado malestares en los animales; 12.5% afirmaron que el agua ha afectado a los animales, mientras que 66.7% indicaron que no les afectaba y 2.1% que era incierto. Por otra parte, 14.6% señalaron que se producen parásitos en el sistema digestivo, 8.3% infecciones en la piel (enrojecida), 2.1% infecciones respiratorias, 4.2% enrojecimiento de ojos, 4.2% mayor facilidad de enfermarse y 8.3% otros malestares.

### Conclusiones

Se identificó la relación de los agricultores con su medio natural y social y se reconocieron las diversas conductas que han generado para percibir y actuar frente a un problema de contaminación de agua. Por medio de la interpretación cognoscitiva, los agricultores se han formado una imagen de la realidad donde reconocen que han practicado la agricultura con un recurso natural deteriorado que representa amenazas.

La mayor parte de los agricultores reconocen que el agua es de baja calidad, pero mantienen una actitud positiva argumentando bajos riesgos, tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Esta forma de percibir el problema sugiere que los agricultores saben que sí existen riesgos de consideración, pero no les conviene manifestarlo, porque es su principal fuente de agua, lo que podría entenderse como una estrategia para conservar su recurso agua y su dinámica agrícola, base de su economía familiar. Por tanto, asumen la posición de que las aguas residuales no representan altos riesgos para ellos, sus familias, los consumidores y otros recursos naturales.

Conocer la percepción de los agricultores ante el riesgo de utilizar aguas residuales no tratadas para el riego agrícola permitió entender la forma de pensamiento y comportamiento de quienes manejan el agua. Esto da la oportunidad de propiciar cambios en la forma de pensar y actuar de quienes usan este recurso. Por un lado, se debe asumir que existe un problema y, por otro, se deben establecer medidas desde diferentes actores (agricultores e instituciones).

Se recomienda informar a las familias los riesgos que representan las aguas residuales, así como establecer medidas para su mejor manejo. Es urgente realizar acciones por los diferentes actores de los sectores productivos, municipios y comunidades de Tlaxcala y Puebla vinculados a las aguas residuales del río Atoyac.

### Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca de Doctorado otorgada a la primera autora, al Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, por el apoyo para esta investigación, y al comité editorial de la presente revista por la revisión al presente documento.

## Conflicto de interés

La autora y los autores declaran no tener conflicto de interés conocido asociado con esta publicación.

## Referencias

- Antwi-Agyei, P., Peasey, A., Biran, A., Bruce, J., & Ensink, J. (2016). Risk perceptions of wastewater use for urban agriculture in Accra, Ghana. *PLoS ONE*, *11*(3), 1-18. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150603>
- Aragonés, J. I., Tapia-Fonllem, C., Poggio, L., & Fraijo-Sing, B. (2017). Perception on the risk of the Sonora river pollution. *Sustainability*, *9*(2), 1-11. doi: <https://doi.org/10.3390/su9020263>
- Arias, C. A. (2014). Enfoques teóricos sobre la percepción que tienen las personas. *Horizontes Pedagógicos*, *8*(1), 9-22. <https://horizontespedagogicos.iber.edu.co/article/view/08101/549>
- Bonilla, M. N., Ayala, A. I., González, S., Santamaría, J. D., & Silva, S. E. (2015). Calidad fisicoquímica del agua del distrito de riego 030 "Valsequillo" para riego agrícola. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, *2*(4), 1-29. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/371/410>
- Catalán-Vázquez, M., Riojas-Rodríguez, H., Jarillo-Soto, E. C., & Delgadillo-Gutiérrez, H. J. (2009). Percepción de riesgo a la salud por contaminación del aire en adolescentes de la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, *51*(2), 148-156. <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2009/sal092j.pdf>
- Estrada, R., López, M. G., Vázquez, R., Sánchez, D. V., & Ruvalcaba, J. C. (2016). Conocimiento y percepción respecto al impacto de vivir cerca de canales de aguas residuales. *Journal of Negative & No Positive Results*, *1*(4), 142-148. doi: <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2016.1.4.1038>
- García, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, (19), 11-24. <https://desacatos.ciesas.edu.mx/index.php/Desacatos/article/view/1042/890>
- Garza, V., Fernández, I., Badii, M., Flores, A., Hauad, L., & Villarreal, L. (2001). Evaluación de riesgo a la salud en la comunidad de Loma Blanca (Distrito de riego 009) Valle de Juárez (México), por exposición a aguas residuales no tratadas. *Revista Salud Pública y Nutrición*, *2*(3), 1-15. <https://respyan.uanl.mx/index.php/respyan/article/view/67/390>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2006). *Climatología [Precipitación media anual: escala 1:1 000 000. Conjunto de datos vectoriales]*. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2007). *Climatología [Temperatura media anual: escala 1:1 000 000. Conjunto de datos vectoriales]*. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2008). *Climatología [Unidades climáticas: escala 1:1 000 000. Conjunto de datos vectoriales]*. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2019a). *Cuenca hidrológica Alto Atoyac. Humedales. Informe técnico*. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825189884.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825189884.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019b). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*. [https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Datos_abiertos)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Climatología [Climas 1902-2011]*. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Diccionario de datos topográficos: escala 1:50 000*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463904410.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463904410.pdf)
- Jacobo, G. F. R. (2018). Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes. *Revista de El Colegio de San Luis*, *8*(16), 267-293. <https://revista.colsan.edu.mx/index.php/COLSAN/article/view/760/pdf>



- Keraita, B., Drechsela, P., & Konradsen, F. (2008). Perceptions of farmers on health risks and risk reduction measures in wastewater-irrigated urban vegetable farming in Ghana. *Journal of Risk Research*, 11(8), 1047-1061. doi: <https://doi.org/10.1080/13669870802380825>
- Melián-Navarro, A., & Fernández-Zamudio, M. Á. (2016). Reutilización del agua y medio ambiente. *Agua y Territorio*, (8), 80-92. doi: <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3298>
- Mojid, M. A., Wyseure, G. C. L., Biswas, S. K., & Hossain, A. B. M. Z. (2010). Farmers' perceptions and knowledge in using wastewater for irrigation at twelve peri-urban areas and two sugar mill areas in Bangladesh. *Agricultural Water Management*, 98(1), 79-86. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.015>
- Ndunda, E. N., & Mungatana, E. D. (2013). Farmers' perception and knowledge of health risks in wastewater irrigation. *Open Science Repository Natural Resources and Conservation*, e70081917. doi: <https://doi.org/10.7392/Research.70081917>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Sistemas al límite*. doi: <https://doi.org/10.4060/cb7654es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017. Resumen ejecutivo. Las aguas residuales. El recurso desaprovechado*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_spa)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Saneamiento. Datos y cifras*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- Pérez, G., Tamariz, V., López, L., Hernández, F., Castelán, R., Morán, J. L., García, W. A., Díaz, A., & Handal, A. (2018). Atoyac river pollution in the Metropolitan Area of Puebla, México. *Water*, 10(3), 1-17. doi: <https://doi.org/10.3390/w10030267>
- Pita, S., Vila, M. T., & Carpente, J. (1997). Investigación: Determinación de factores de riesgo. *Cad Aten Primaria*, 4, 75-78. <http://www.cii.org.ar/Riesgo.pdf>
- Reyes-Prado, M. A., Ramírez-Pereda, B., Ramírez, K., González-Huitrón, V., Rodríguez-Mata, A. E., Uriarte-Aceves, P. M., & Amabilis-Sosa, L. E. (2022). Recuperación de nutrientes y degradación de materia orgánica de agua residual agrícola por medio de un sistema UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> optimizado. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 235-248. doi: <https://doi.org/10.20937/RICA.54236>
- Roca, J. (1991). Percepción: Usos y teorías. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(25), 9-14. <https://raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/381012>
- Rodríguez, M. J. G. (2000). El comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa: formación de una organización. En V. J. Palerm & S. T. Martínez (eds.), *Antología sobre pequeño riego: organizaciones autogestivas* (pp. 305-406). Colegio de Postgraduados y Plaza y Valdés México.
- Sáenz, L. E., Zambrano, D. A., & Calvo, J. A. (2016). Percepción comunitaria de los olores generados por la planta de tratamiento de aguas residuales de El Roble-Puntarenas, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29(2), 137-149. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n2/0379-3982-tem-29-02-137.pdf>
- Salazar, J., Montero, M., Muñoz, C., Sánchez, E., Santoro, E., & Villegas, J. (2012). Percepción social. En J. M. Salazar, M. Montero, C. Muñoz, E. Sánchez, E. Santoro, J. F. Villegas (eds.), *Psicología social* (pp. 77-109). Trillas.
- Scott, C. A., Faruqui, N. I., & Raschid-Sally, L. (2004). *Wastewater use in irrigated agriculture. Confronting the livelihood and environmental realities*. IWMI, IDRC.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (1997). *Normas oficiales mexicanas*. Comisión Nacional del Agua (Conagua). <https://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgaa-15-13.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2018). *Atlas del Agua en México 2018*. Comisión Nacional del Agua (Conagua). [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/aam\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/aam_2018.pdf)
- Silva, S. E., Muñoz, A., de la Isla, M. L., & Infante, S. (2002). Contaminación ambiental en la región de Atlixco: 1. Agua. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 243-251. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320303>
- Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1980). Facts and fears: understanding perceived risk. En R. C. Schwing & W. A. Albers (eds.), *Societal risk assessment: How safe is safe enough?* (pp. 181-214). doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0445-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0445-4_9)

- Sotelo, M., & Sotelo, I. (2017). Una aproximación al marco teórico de los riesgos. *Observatorio Medioambiental*, 20, 9-36. doi: <https://doi.org/10.5209/OBMD.57944>
- Valera, S. (1996). Psicología ambiental: bases teóricas y epistemológicas. En L. Íñiguez & E. Pol (Comps.), *Monografíes Psico-socio ambientales. Cognición, representación y apropiación del espacio* (pp. 1-14). Publicacions Universitat de Barcelona.  
[https://www.researchgate.net/profile/Lupicinio-Iniguez-Rueda/publication/306091314\\_Cognicion\\_representacion\\_y\\_apropiacion\\_del\\_espacio/links/57af3c8b08ae0101f1773357/Cognicion-representacion-y-apropiacion-del-espacio.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lupicinio-Iniguez-Rueda/publication/306091314_Cognicion_representacion_y_apropiacion_del_espacio/links/57af3c8b08ae0101f1773357/Cognicion-representacion-y-apropiacion-del-espacio.pdf)
- Vargas, L. M. (1994). Sobre el concepto de percepción. *Revista Alteridades*, 4(8), 47-53.  
<https://alteridades.izt.uam.mx/index.php/Alte/article/view/588/586>
- World Health Organization (WHO). (2006). *WHO Guidelines for the safe of wastewater, excreta, and greywater (Volume I). Policy and regulatory aspects*.  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78265/9241546824\\_eng.pdf;jsessionid=37643190FADCA0C43B49062A0C035C62?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78265/9241546824_eng.pdf;jsessionid=37643190FADCA0C43B49062A0C035C62?sequence=1)