

Observatorio Medioambiental

ISSN: 1139-1987

<http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.93025>EDICIONES
COMPLUTENSE

Percepción ambiental del uso de agua residual de productores agrícolas del Valle del Mezquital, Hidalgo

Mara Rosas Baños¹; Edith Miriam García Salazar²

Recibido: 18 de agosto del 2023 / Enviado a evaluar: 5 de septiembre del 2023 / Aceptado: 4 de diciembre del 2023

Resumen. En la actualidad, derivado de la escasez hídrica se está promoviendo el uso del agua residual tratada, sin embargo, se alerta sobre riesgos de su uso en la agricultura sin tratamiento previo. En México, la región del Valle del Mezquital, Hidalgo tiene más de un siglo dedicado a la agricultura con un sistema de riego de aguas residuales. El objetivo de este artículo fue conocer la percepción ambiental de los productores agrícolas del Valle del Mezquital para conocer su perspectiva del uso del agua residual y el cuidado al ambiente. Se realizaron 25 entrevistas en nueve municipios de la región, las cuales se analizaron con el método de codificación axial y el uso del software Atlas.ti. Se concluye que la mayoría de los agricultores no relacionan su actividad agrícola con el deterioro ambiental.

Palabras clave: Agricultor; agua residual; agricultura de riego; percepción ambiental; contaminación.

[en] Environmental perception of the use of wastewater from farmers of the Mezquital Valley, Hidalgo

Abstract. Currently, due to water scarcity, the use of treated wastewater is being promoted, however, it warns about the risks of its use in agriculture without prior treatment. In Mexico, the Mezquital Valley region, Hidalgo has more than a century dedicated to agriculture with a wastewater irrigation system. The objective of this article was to know the environmental perception of the farmer of the Mezquital Valley regarding the use of wastewater and environment care. Twenty-five interview were carried out in nine municipalities of the region, which were analyzed with the axial coding method and the use of the Atlas.ti software. It was concluded that most farmers do not associate their agricultural activity with environmental damage.

Keywords: Farmer; wastewater; irrigated agriculture; environmental perception; pollution.

¹ Instituto Politécnico Nacional. Centro Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, México
E-mail: mrosasb@ipn.mx

² México-Conahcyt, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Regional Hidalgo, México
E-mail: edith.garcia@ciad.mx

[fr] Perception environnementale de l'utilisation des eaux usées par les producteurs agricoles de la Vallée du Mezquital, Hidalgo

Résumé. Actuellement, en raison de la pénurie d'eau, l'utilisation des eaux usées traitées est promue. Cependant, des risques liés à leur utilisation en agriculture sans traitement préalable sont signalés. Au Mexique, dans la région de la Vallée du Mezquital, Hidalgo, l'agriculture est pratiquée depuis plus d'un siècle en utilisant un système d'irrigation avec des eaux usées. L'objectif de cet article était de comprendre la perception environnementale des producteurs agricoles de la Vallée du Mezquital afin de connaître leur perspective sur l'utilisation des eaux usées et la préservation de l'environnement. Vingt-cinq entretiens ont été réalisés dans neuf municipalités de la région, et ils ont été analysés à l'aide de la méthode de codification axiale et du logiciel Atlas.ti. Il en ressort que la plupart des agriculteurs ne font pas le lien entre leur activité agricole et la dégradation de l'environnement.

Mots-clés: Agriculteur; eau usée; agriculture irriguée; perception environnementale; pollution.

Cómo citar. Rosas Baño, M. y García Salazar, E.M. (2023). Percepción ambiental del uso de agua residual de productores agrícolas del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Observatorio Medioambiental*, 26, 181-205.

Sumario. 1. Introducción. 2. Percepción ambiental y los tipos de productor agrícola. 3. Región del Valle del Mezquital. 4. Materiales y método. 5. Perspectiva ambiental de los productores agrícolas que usan aguas residuales en el Valle. 6. La percepción ambiental de productores agrícolas del Valle del Mezquital. 7. Discusión. 8. Conclusiones. 9. Bibliografía. 10. Base de datos.

1. Introducción

La producción agrícola con agua residual se está convirtiendo en una estrategia relevante ante la eminente escasez que varios países del mundo enfrentarán en los próximos años (FAO, 2011). Sin embargo, diversos organismos alertan sobre problemas ambientales y de salud graves desde hace algunas décadas por el uso de estas aguas sin un tratamiento adecuado. El caso del Valle del Mezquital en México es paradigmático en el mundo, ya que ahí se ha impulsado la agricultura de riego con agua residual desde hace más de cien años y se ha ido expandiendo con la creación de presas que actualmente son capaces de acumular 350 millones de metros cúbicos, convirtiéndose en el sistema de riego más grande del mundo (García-Salazar y Fuente-Carrasco, 2021). Con tal capacidad de riego el sector agrícola del estado de Hidalgo se expandió y hoy, el Valle del Mezquital aporta el 84% al valor total de la producción agrícola del Estado, siendo la alfalfa (44.5%) y el maíz (42.6%), los principales cultivos de la región, pero con problemáticas ambientales y en salud latentes. De acuerdo con Conagua (2015), el flujo transferido de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) al Valle del Mezquital es de 1,840 hectómetros cúbicos (hm^3) anuales, sin embargo, el flujo de agua residual de la cuenca del Valle de México a la cuenca del río Tula se incrementa al año en 10.4 hm^3 , para el 2021 el flujo de agua estimado fue de $1,902.4 \text{ hm}^3$, esa agua se utiliza en la irrigación de aproximadamente 85,000 hectáreas de cultivo.

De acuerdo con diversos estudios (Vázquez-Alarcón, et al., 2005; Lara-Viveros, et al., 2015; Ruvalcaba-Ledesma, et al., 2016; Lara-Figueroa y García-Salazar, 2019)

existen diferentes afectaciones por el uso del agua residual sin tratar en esta región: problemas con la calidad del agua infiltrada a los mantos acuíferos, tanto por una infraestructura incompleta como por su uso agrícola; contaminación del suelo con elementos inorgánicos y orgánicos tóxicos, pérdida de fertilidad del suelo, concentración de sodio y sólidos disueltos totales por arriba de los límites máximo permitidos, presencia de arsénico, fluoruros por arriba de la norma, concentraciones de fosfatos y boro también que exceden la norma además de coliformes fecales (Lesser-Carrillo, et al., 2011; Cuellas-Carrasco, et al., 2015; Solis-Martínez, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) reconoce que la utilización de las aguas residuales son una alternativa para aumentar la disponibilidad local de recursos hídricos y por su aporte de nutrientes-fertilizantes para las plantas, pero también resalta la importancia de tomar medidas para evitar riesgos en la salud humana y en los ecosistemas. La calidad del agua residual que es tratada de acuerdo con Veliz, et al., (2009: 36) tiene que ser medida en tres dimensiones: 1) sanitaria, 2) agropecuaria y 3) ambiental, la primera por las concentraciones de parásitos, bacterias y virus causantes de enfermedades transmitidas por los alimentos. Agropecuaria por la concentración de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio que en muchas ocasiones es excesiva, presencia de sustancias tóxicas, salinidad, exceso de boro y de metales pesados y finalmente la ambiental porque la concentración de materia orgánica que conlleva los nutrientes mencionados junto con los tóxicos genera impactos tanto, al suelo como a los mantos acuíferos. En especial la contaminación con metales pesados y sales agrava la calidad del suelo de cultivo porque limita sus funciones productivas y a diferencia de los contaminantes orgánicos no se biodegradan, se acumulan y la toxicidad persiste en los suelos por mucho tiempo (Okorogbona, et al., 2018), este tipo de afectaciones son las que se identifican en los estudios antes señalados.

La relevancia de esta investigación tiene que ver con el hecho de que la región del Valle del Mezquital ha sido estudiada por diversas ciencias, se han realizado estudios fisicoquímicos que analizan las consecuencias del uso del agua residual en suelo, agua, granos y salud. Sin embargo, los estudios de corte social son escasos y específicamente no ha habido estudios sobre la percepción ambiental que tienen los responsables de llevar a cabo la actividad agrícola, los productores agrícolas que usan agua residual sin tratamiento. En general, estos actores “coinciden en que es una ventaja contar con el agua residual” (Romero-Pérez, 2007: 20) aunque existen diferencias en sus percepciones sobre la calidad del medio ambiente y los efectos en su salud.

En general, los productores agrícolas que utilizan el agua residual han sido señalados por su renuencia al uso del agua tratada y porque algunos productores tienen cultivos que no cumplen con las siguientes normas: NOM-CCA/032-ECOL/1993, NOM-CCA-033-ECOL/1993 y NOM 001/ECOL-1996 (Guadarrama-

Brito y Galván-Fernández, 2015).³ Por tanto, el objetivo de este artículo fue conocer la perspectiva que tienen los agricultores al respecto de la situación hídrica, el uso del agua residual, la situación ambiental local y su perspectiva sobre la conservación del ambiente. Para lo cual se aplicaron entrevistas semiestructuradas en nueve municipios de los 28 municipios que conforman el Valle del Mezquital, estos fueron: Ajacuba, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Francisco I. Madero, Mixquiahuala de Juárez, San Salvador, Progreso de Obregón, Tepeji del Río de Ocampo y Tlaxcoapan. Se seleccionaron porque éstos en su mayoría utilizan agua residual proveniente del distrito de riego 003 Tula y en menor medida agua tratada de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Atotonilco aunado a que se localizan en la región de Tula, caracterizada por tener un alto índice de contaminación que se vincula a la actividad industrial que se realiza desde hace décadas (Vargas, 2020).

2. Percepción ambiental y los tipos de productor agrícola

Los estudios sobre perspectivas ambientales plantean que no todas las personas, aunque pertenezcan a un grupo determinado perciben la realidad de la misma manera. La percepción en el ámbito psicológico es definida como “el resultado de la sensibilidad a los estímulos externos” (Durand, 2008: 76) las personas tienen a generar una percepción parcial al registrar algunos fenómenos y bloquear otros, lo que resulta en una actitud particular que tiene que ver con la visión del mundo que es construida tanto a nivel personal como social. El acto de percibir tiene gran relevancia en la supervivencia humana, lleva a la acción para afrontar alguna situación que aparece a nuestro alrededor (Silva, Da Silva-Chaves y Albuquerque, 2016).

La relación entre el medio físico y el comportamiento humano esta mediado por la percepción, ésta se basa en información a partir de representaciones internas, cognición y juicios que conllevan a acciones al respecto de la representación de dicha información (Gärling y Golledge, 1989). Por lo que, la percepción ambiental es determinante en las decisiones y acciones que se toman para influir en el entorno natural y derivado de que la relación sociedad-naturaleza está marcada por aspectos subjetivos y objetivos, la percepción de la realidad va a estar referida principalmente a los elementos objetivos que pueden estar o no al alcance de grupos locales que tienen ciertas condiciones ambientales. Los factores objetivos generalmente son

³ La NOM-CCA/032-ECOL/1993 “que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola” (DOF, 1993^a: 1); NOM-CCA-033-ECOL/1993 “que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de estas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas” (DOF, 1993^b: 1) y NOM-001-ECOL-1996 “que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales” (DOF, 1997: 1).

aportados desde los actores externos, pero también existe lo real percibido que está guiado por la cultura y las necesidades de los grupos. Existe la posibilidad de que haya una confrontación entre lo percibido por parte de actores internos y lo percibido por actores externos, éstos últimos por ejemplo pueden ser especialistas que estudian los fenómenos ambientales y sus implicaciones; por lo que los sujetos que viven en el territorio estudiado pueden no tener las mismas visiones sobre los fenómenos (Lazos y Paré, 2000).

Las percepciones derivan en deducciones e interpretaciones que los sujetos hacen de manera social, por tanto, determinarán la sensibilidad que las poblaciones o grupos tienen respecto a su entorno natural (Fernández-Moreno, 2008). También ayuda a entender el manejo de los recursos naturales y las acciones que se pueden tomar o no respecto a la calidad de los mismos, al respecto las vivencias personales son de suma importancia y marcan las diversas percepciones que dentro de un grupo se pueden tener del medio ambiente en el que se desenvuelven y, en el que realizan tanto, su vida como sus actividades productivas. Los factores cognitivos como prácticas pasadas acumuladas permanentemente en la memoria, así como el almacenamiento temporal de información en la memoria tiene un papel crucial similar al de los juicios, decisiones y elecciones pasadas. En la investigación sobre la percepción y la cognición ambientales, esto tiene que ver con el tiempo y la forma en la que se procesa la información (Gärling y Golléde, 1989).

En el caso que se estudia, la región del Valle del Mezquital, esta tiene una historia que data de tiempos de la colonia, se le identificaba como una tierra agreste, estéril y erosionada que sumía en la sed y el hambre a sus primeros habitantes. Gamio en 1952 señalaba que esta zona era probablemente la más árida del país, zona en la que la mayoría de su población era Otomí. Históricamente a esta población se le clasificó de retrasada por sus prácticas agrícolas ancestrales y por su cultura, sin embargo, con el tiempo se aceptó que los problemas de esta región eran resultado de desigualdades estructurales tales como: la inaccesibilidad a zonas de riego, el acaparamiento de tierra, el pago por debajo del precio promedio de la producción agrícola y el fortalecimiento de los caciques y la burguesía agraria al amparo de los apoyos para el fortalecimiento de la agricultura capitalista, estos últimos eran quienes poseían las zonas de riego (Contreras, 2016). Este contexto histórico ha influido en la forma en la que se percibe la cuestión ambiental en general, el uso del agua residual y las prioridades que los agricultores del Valle del Mezquital tienen con relación a su actividad.

Por otro lado, existen investigaciones que analizan la forma en la que se puede clasificar a los agricultores a partir de la forma en la que gestionan, tanto su actividad como el manejo de la tierra. Davies y Hodge (2007) identifican cinco clasificaciones, aquí únicamente se presentan tres, las cuales son las que más se apegan al caso de los productores de México. La primera es la ecologista en la que los productores manifiestan actitudes de respecto a la naturaleza al plantear un uso moderado de la naturaleza y una oposición al enfoque utilitarista de la naturaleza, plantean ciertas actitudes de culpa y responsabilidad por el impacto de la agricultura, plantean una

preocupación por el uso de agroquímicos, presentan preeminencia de las preocupaciones ecológicas por encima de las financieras. Esta clasificación coincide con una visión agroecológica campesina que privilegia el cuidado del suelo, la diversificación y una relación con la tierra no centrada en la crematística. Por otro lado, están los productores agrícolas progresistas que tienen un apoyo decidido a las nuevas tecnologías, desdennan los daños ambientales, creen que la calidad del suelo se mantiene con el uso de los agroquímicos, los progresistas apoyan la noción del cuidado de recursos naturales con el uso de nuevos métodos y productos que pueden solucionar la problemática ambiental, pero tienen presente que se tendrían que administrar bien. Estos autores también identifican a otro grupo que llaman: conservacionistas de productos básicos quienes tienen un fuerte enfoque financiero, estos relacionan la conservación de los recursos naturales con los ingresos, no rechazan la idea de que la vida silvestre debería estar sujeta a intereses financieros, plantean que la conservación debe ser rentable para los agricultores.

3. Región del Valle del Mezquital

El Valle del Mezquital⁴ es una de las diez regiones geográficas que conforman el estado de Hidalgo en México, se caracteriza por el desarrollo de la agricultura con base al uso de agua residual desde hace más de 100 años, principalmente para el cultivo de maíz en grano y alfalfa. Depende de los distritos de riego 003 Tula, 100 Alfajayucan y 112 Ajacuba, siendo el primero el que mayor número de usuarios y de superficie regada tiene, el agua se distribuye a través de unidades de riego a los usuario ejidales y pequeños propietarios -privados- (Tabla 1), y es el distrito 003 Tula el que mayor agua residual recibe de la ZMVM (Conagua, 2013).

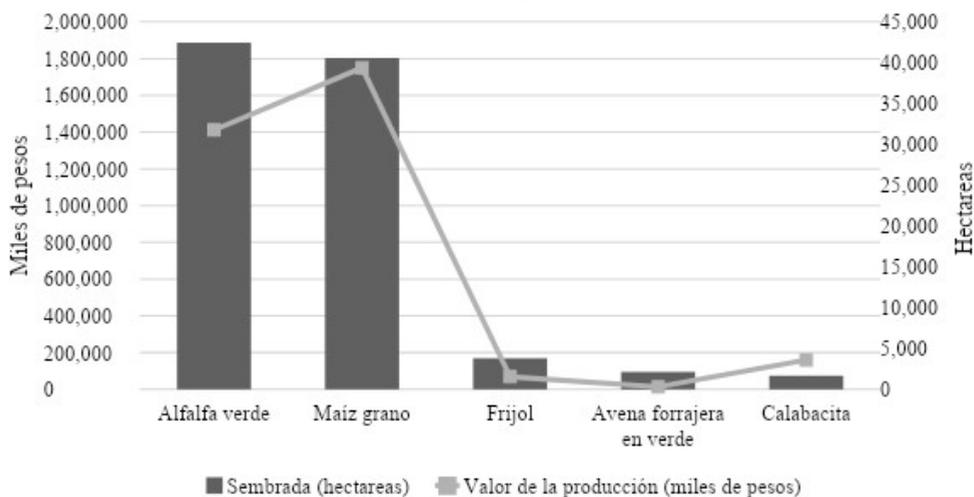
⁴ La región del Valle del Mezquital en Hidalgo está conformada por los municipios de Nicolás Flores, Cardonal, Ixmiquilpan, Tasquillo, Alfajayucan, Tecozautla, Huichapan, Nopala de Villagrán, Chapantongo, Chilcuautla, Santiago de Anaya, Actopan, El Arenal, San Agustín Tlaxiaca, Ajacuba, San Salvador, Francisco I. Madero, Tetepango, Progreso de Obregón, Mixquiahuala de Juárez, Tezontepec de Aldama, Tlaxcoapan, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepetitlán, Tula de Allende y Tepeji del Río de Ocampo.

Tabla 1. Usuarios agrícolas y superficie regada en el Valle del Mezquital, por distrito de riego (2019-2020)

Distrito de riego	Usuarios			Superficie regada (ha)		
	Ejidal	Pequeña propiedad	Total	Ejidal	Pequeña propiedad	Total
003 Tula	21,472	15,792	37,264	23,472	20,207	43,679
100 Alfajayucan	9,052	11,935	20,987	11,981	18,180	30,161
112 Ajacuba	2,588	516	3,104	4,734	1,094	5,828
Total	33,112	28,243	61,355	40,187	39,481	79,668

Fuente: Elaborado con datos de la Comisión Nacional de Agua, *Estadística Agrícola en Distritos de Riego, Año agrícola 2019-2020*.

La producción agrícola de riego del Valle del Mezquital en el ciclo agrícola 2021 se caracterizó por la producción de alfalfa verde, maíz en grano y frijol (Gráfica 1) aunado a la producción de avena forrajera y calabacita, siendo esta última la que no estaría permitida, sin embargo, en el trabajo de campo que se realizó en los municipios se identificó esta práctica, esto por el rendimiento por hectárea que genera esta siembra.

Gráfica 1. Producción agrícola del Valle del Mezquital, año-agrícola 2021

Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap), *Estadísticas de producción agrícola 2021 y Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*.

Tabla 2. Producción agrícola de riego en el Valle del Mezquital, ciclo agrícola 2021

Cultivo	Superficie (ha)		Volumen de producción	Rendimiento (Udm/ha)	Precio medio rural (\$/Udm)	Valor de la producción (miles de pesos MXN)
	Sembrada	Cosechada				
Alfalfa verde	42,459.0	42,459.0	4,370,808.4	102.9	323.0	1,411,722.9
Ajo	65.2	65.2	692.2	10.6	21,226.5	14,693.7
Avena forrajera en verde	2,134.0	2,098.0	83,615.8	39.9	163.7	13,686.9
Brócoli	35.5	35.5	588.8	16.6	3,222.8	1,897.6
Cebada grano	58.9	58.9	195.1	3.3	3,900.0	760.9
Cebolla	90.1	90.1	1,675.2	18.6	4,966.6	8,320.3
Calabacita	1,640.7	1,640.7	40,242.8	24.5	3,979.1	160,129.6
Chile seco	608.0	608.0	1,039.7	1.7	56,500.0	58,741.9
Chile verde	524.7	524.7	10,445.8	19.9	15,043.9	157,145.7
Coliflor	562.2	562.2	15,167.9	27.0	3,745.6	56,812.4
Frijol	3,798.8	3,782.8	6,087.7	1.6	11,210.8	68,248.6
Lechuga	148.0	148.0	2,176.3	14.7	3,830.8	8,336.7
Maíz forrajero en verde	363.7	363.7	26,419.8	72.6	429.6	11,350.4
Maíz grano	40,601.6	40,135.5	396,879.5	9.9	4,410.3	1,750,353.7
Pepino	109.6	109.6	3,480.5	31.8	5,440.5	18,935.7
Tomate rojo (jitomate)	630.5	630.5	23,207.4	36.8	7,988.4	185,390.3
Tomate verde	940.6	940.6	13,749.2	14.6	5,409.9	74,381.3
Trigo grano	456.3	456.3	1,402.1	3.1	3,280.0	4,599.1
Zempalxochitl	98.5	98.5	1,132.4	11.5	2,633.0	2,981.6
Total	95,325.9	94,807.9	4,999,006.8	52.7	801.9	4,008,489.2

Nota: Se incluye la producción del ciclo primavera-verano, ciclo otoño-invierno y la producción de alfalfa verde (ciclo perenne), se excluye la producción de productos perennes como son: aguacate, durazno, esparrago, granada, guayaba, manzana, nopalitos y nuez; dado que lo que interesa es identificar aquellos cultivos que son susceptibles de uso de agua residual.

Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap), *Estadísticas de producción agrícola 2021 y Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*.

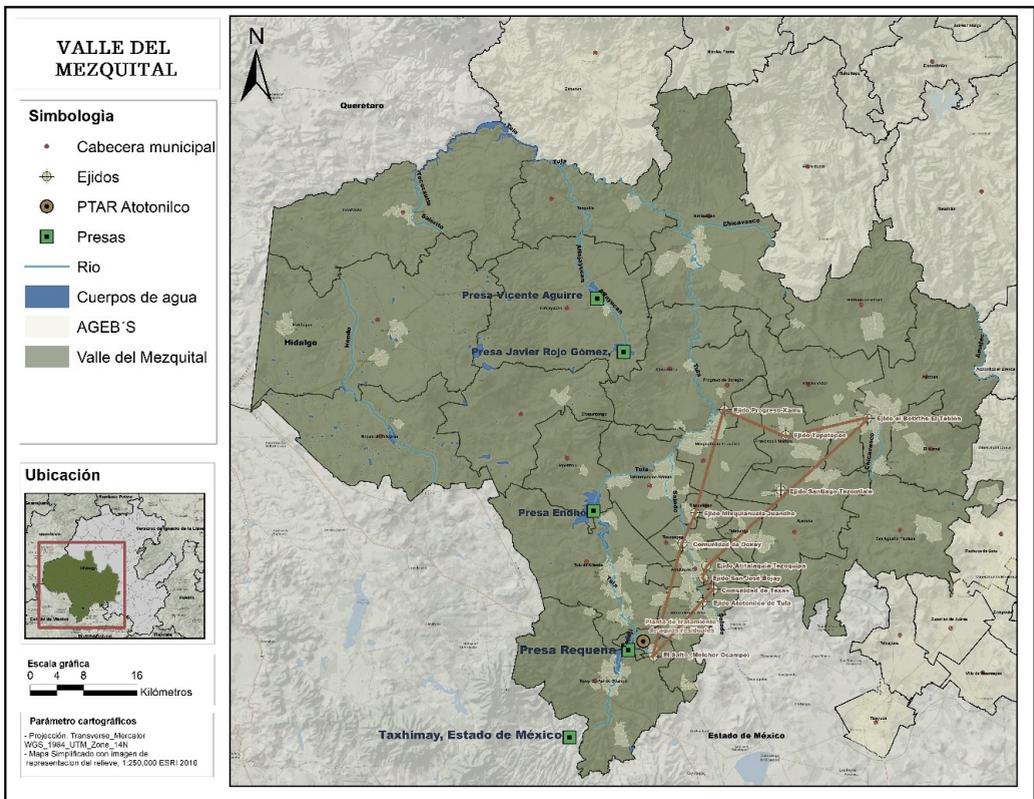
En este punto es importante destacar que aun cuando el riego con agua residual sin tratamiento está prohibido para productos de tallo bajo, existe la siembra de este tipo de productos agrícolas en esta región tal como muestra la tabla 2. La alfalfa y el maíz son los que reportan el mayor valor de la producción, sin embargo, la calabaza, el chile verde y el jitomate rojo siguen en importancia.

4. Materiales y método

La investigación es cualitativa, se realizaron 25 entrevistas semiestructuradas a productores agrícolas que se ubicaron en nueve municipios del Valle del Mezquital, estos son: Ajacuba, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Francisco I. Madero,

Mixquiahuala de Juárez, Progreso de Obregón, San Salvador, Tepeji del Río de Ocampo y Tlaxcoapan. Cabe destacar que estos municipios utilizan en su mayoría agua del distrito de riego 003 Tula, en cual recibe en gran parte el agua residual provenientes de la ZMVM (Conagua, 2013). La investigación de campo se realizó de septiembre y octubre de 2021, en dicho periodo la precipitación pluvial en el Hidalgo fue de 782 milímetros y se caracterizó por la inundación que sufrió del municipio de Tula de Allende, que de acuerdo con Chahim (2021) se debió a una decisión de política del manejo del drenaje de la Zona Metropolitana del Valle de México que privilegia a la Ciudad de México en detrimento de las zonas periféricas y marginadas y que finalmente impacta en los receptores, en este caso en municipios del Valle del Mezquital.

Mapa 1. Geolocalización de los ejidos/comunidades visitados en el Valle del Mezquital



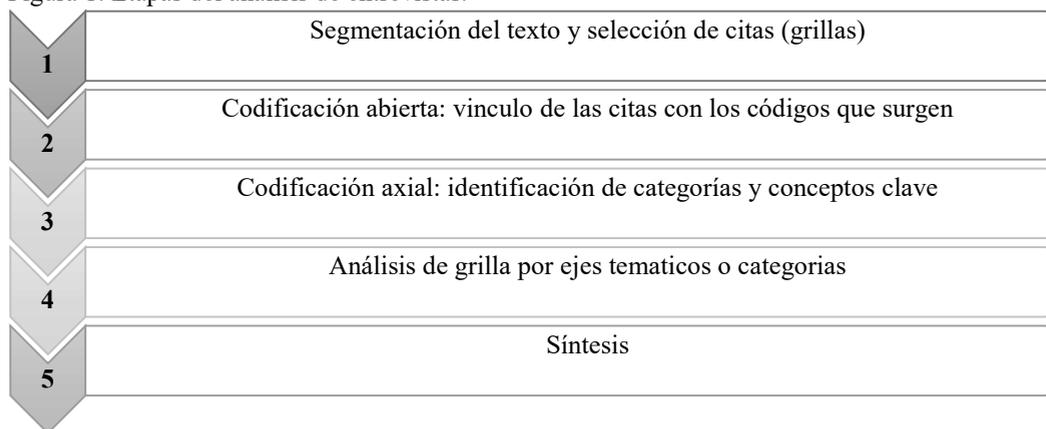
Fuente: Elaborado por Oscar Omar Chávez Campusano en el Laboratorio de Geomática del Colegio del Estado de Hidalgo.

Las entrevistas recopilaron información general y preguntas en torno a:

- Conocimientos respecto a la situación hídrica del país
- El uso del agua residual para la agricultura
- Uso de fertilizantes y productividad de la tierra
- Distribución del agua residual
- Perspectiva sobre el cuidado del medio ambiente y existencia de ONGs

El análisis de las entrevistas se realizó con el método de codificación abierta y axial, éste supone un análisis minucioso de los registros para separar contenidos de un fragmento textual que inicia con el análisis de palabra por palabra, frases, oraciones hasta llegar a los párrafos, su objetivo es discernir los significados de lo que expresan los entrevistados (Cohen y Gómez, 2020). Tal como aparece en la figura 1, las etapas del análisis de las entrevistas son cinco: la primera es el procedimiento de construcción de la grilla para cada entrevista, seguida de la selección de citas que ésta vincula a la teoría que se utilizó, aunque se pueden identificar citas que pueden no identificarse teóricamente pero que surgen de los mismos entrevistados, como la codificación en vivo. La segunda fase es propiamente la vinculación de las citas con códigos abiertos y posteriormente se agrupa e identifica las categorías de análisis y conceptos clave. La cuarta fase consiste en nuevamente revisar el grillado a partir de las acciones de codificación axial y finalmente la quinta fase la constituye la síntesis.

Figura 1. Etapas del análisis de entrevistas.



Fuente: Elaboración propia a partir de Cohen y Gómez (2020)

Se utilizó el software Atlas.ti 8 para el procesamiento de datos siguiendo la técnica de codificación abierta y axial, en este software se contabiliza el Enraizamiento (E) que es el número de citas relacionadas a un concepto o código y la Densidad (D) que indica el número de códigos vinculados a una cita, aparecen en las redes semánticas como frecuencias para el análisis (Friese, 2019). También se realizó observación participante, ésta es una herramienta para la investigación cualitativa que ayuda a

contrastar planteamientos teóricos y aporta a la explicación de los fenómenos, en especial la observación participante contribuye a contar con más información para una mejor comprensión de lo que está ocurriendo en la cultura, de cómo se ven los fenómenos por parte de los entrevistados, además de que da mayor credibilidad a las interpretaciones que se hacen en campo (Ruíz-Olabuénaga e Ispízuca, 1989). La observación participante se realizó en el costado suroeste la presa Requena, el recorrido estuvo acompañado del comisariado del Ejido Tepeji del Río, con el cual se pudo conocer el status y las características de esta presa, posteriormente se recorrió el río Tula. En la localidad del Salto en Tepeji del Río de Ocampo, se observó el caudal y la cascada del río Salado, cuya característica es que es agua negra en su totalidad. Se visitaron parcelas en las que se siembra calabaza, brócoli, cebada, avena, maíz, frijol, alfalfa. En Atotonilco de Tula – Carretera Texas- se pudo comparar las características de un sembradío de aguas negras con uno de temporal.

5. Perspectiva ambiental de los productores agrícolas que usan aguas residuales en el Valle del Mezquital

Los productores agrícolas que se entrevistaron en promedio tienen 45 años, si bien hay varios productores jóvenes como un estudiante de agronomía de 23 años, la mayoría rebasan los 40 años. El tiempo que tienen de dedicarse al campo en promedio es de 26 años, aunque cinco mencionaron que tienen toda su vida trabajando en el campo,” se sabe que la edad en la que las familias empiezan a integrar a los hijos a las actividades agrícolas es de cinco años” (Miranda-Juárez, 2019: 153). La mayoría realiza esta actividad porque sus familias se dedicaron al campo, el número de hectáreas que siembran en promedio es de 6.5 hectáreas, en muchos casos tienen de una a tres hectáreas, pero rentan el resto. El número de dependientes económicos en promedio es 3, en el caso de los entrevistados que son adultos mayores esto se debe a que sus hijos ya son adultos y no dependen de ellos, sin embargo, se puede observar que hoy en el campo las familias no tienen muchos miembros como sucedía en el pasado. En esta región lo que más se siembra es maíz en grano, alfalfa verde y avena principalmente, aunque también se llega a sembrar chile, frijol, calabaza y pasto, utilizan en gran medida el agua residual.

El sistema de riego y el agua residual son parte inherente de la agricultura en esta región, sin este no se hubiera podido expandir la agricultura, además de que el agua negra genera la productividad por hectárea más alta del país. Los distritos de riego se crearon para impulsar la agricultura en zonas áridas, lugares que no tenían una vocación agrícola, los distritos de riego utilizan el 75.72% del agua dulce que dispone el país para los usos consuntivos. Estas zonas son las más productivas del país, sin embargo, la productividad de los sistemas de riego con agua limpia es baja en relación con la que se tiene con agua residual sin tratar. De acuerdo con Montecillo-Cedillo (2016) la productividad por ha de maíz en el norte del país, una de las zonas que se considera más productiva, es de 8 ton/ha y el rendimiento de una ha en tierra

de temporal es en esta misma región de 1ton/ha, en el centro del país la productividad por ha de riego es de 6.1 y la de temporal llega a ser de 3.7ton/ha.

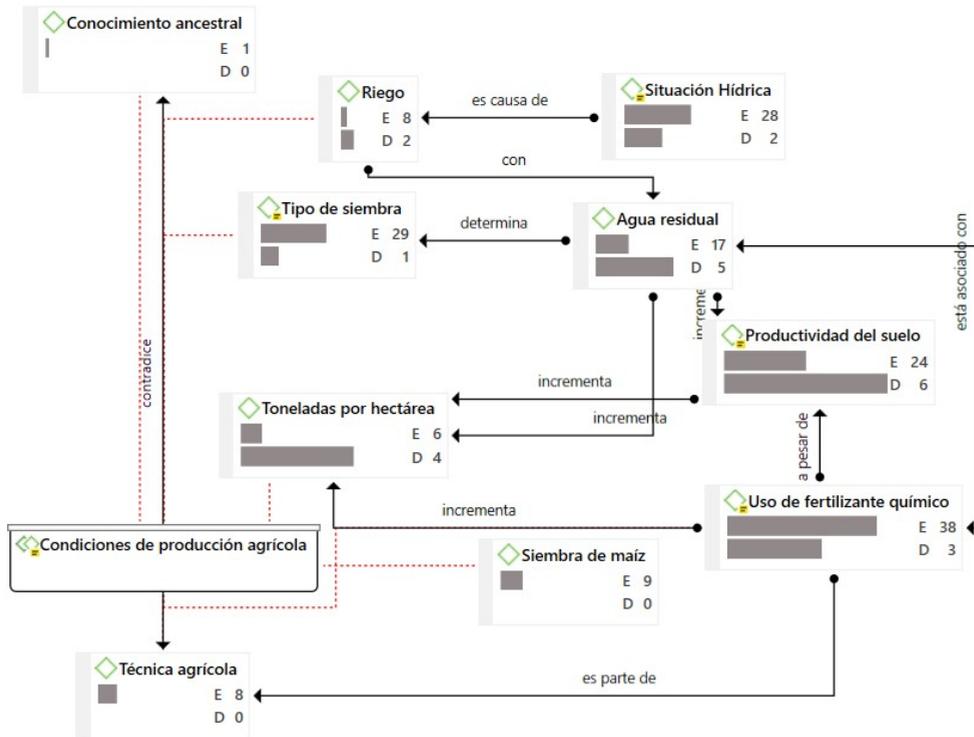
Cuadro 1. Número de entrevistas por municipio y datos generales

Municipio	No. de Entrevistas	Ejido/Comunidad/Localidad visitados	Tipo de agua y procedencia	Principales cultivos por superficie sembrada en el municipio* (%)
Ajacuba	2	Ejido Santiago Tezontlale	Agua residual de los distritos de riego: 003 Tula y 112 Ajacuba	Maíz (64.9) Alfalfa (28.8)
Atitalaquia	4	Ejido Atitalaquia-Tezoquipa Ejido San José Bojay		Alfalfa (67.4) Maíz (16.6)
Atotonilco de Tula	4	Ejido Atotonilco de Tula Comunidad de Texas		Alfalfa (64.1) Maíz (16.4)
Francisco I. Madero	3	Ejido Tepatepec		Maíz (47.3) Alfalfa (46.3)
Mixquiahuala de Juárez	3	Ejido Mixquiahuala-Juandho		Maíz (43.3) Alfalfa (39.6)
Progreso de Obregón	2	Ejido Progreso-Xamu		Maíz (38.2) Alfalfa (48.0)
San Salvador	1	Ejido el Botxttha-El Tablón		Maíz (38.7) Alfalfa (56.6)
Tepeji del Río de Ocampo	3	Ejido Tepeji del Río Localidad El Salto (Melchor Ocampo)		Maíz (90.8)
Tlaxcoapan	3	Comunidad de Doxey		Maíz (71.9) Alfalfa (19.1)

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas, *dato elaborado con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap), *Estadísticas de producción agrícola 2022*.

El Valle del Mezquital se caracteriza por la siembra de maíz, éste es un grano de mucha tradición, todos los productores entrevistados siembran maíz, y si bien también siembran alfalfa y avena entre otros cultivos, el maíz es el principal cultivo de la región, se puede observar el rendimiento de este y otros productos en la Tabla 2. En la Red 1 se muestra que la productividad por hectárea depende tanto del agua residual como del uso de agroquímicos, en esta región en promedio el rendimiento por hectárea de acuerdo con las respuestas de los entrevistados es de 14.5ton/ha, el rendimiento más bajo ronda en las 11 ton/ha y el más alto en 18 ton/ha. Únicamente un entrevistado (E 1) consideró que el conocimiento ancestral, era valioso y que se tendría que haber conservado.

Red 1. La producción agrícola con sistema de riego de agua residual



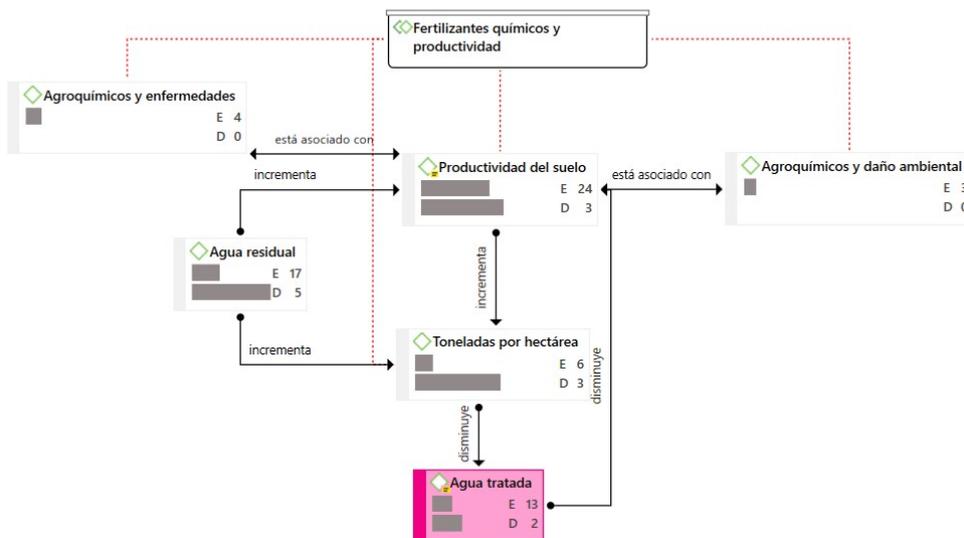
Fuente: Elaboración propia con software Atlati.ti

En la Red 1 se muestra la vinculación entre códigos, la situación hídrica es la que determinó la necesidad de un sistema de riego, esto lo mencionaron los 25 entrevistados en más de una ocasión, la categoría de análisis que se utilizó fue: condiciones de producción, en torno a esta lo que destaca es el sistema de riego, el uso de fertilizantes, las toneladas por ha y el tipo de siembra. La siembra de maíz se realiza por tradición, entra en el tipo de siembra junto con la avena, la alfalfa que es lo que más se siembra. El tipo de agua de la que disponen en primer lugar determina lo que se puede sembrar, aunque hay productores agrícolas que haciendo caso omiso a las NOM-001-SEMARNAT-1996⁵, siembran otro tipo de cosas como calabazas, chile, derivado de su valor en el mercado y de la cantidad de veces que pueden sembrar, la

⁵ La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 “establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”, en sus apartados “3.23 Riego no restringido y 3.24 Riego restringido” (Conagua, s.f.: 7, 12 y 13).

alfalfa y la avena se consumen como forrajes. El número de veces que siembran es de dos veces por año, intercalan maíz y avena o maíz y alfalfa en general, aunque la mayoría no reconoce sembrar hortalizas, en algunas respuestas mencionaron saber que se requiere mucha agua para esas siembras y que muchas veces no se las dan. Dos entrevistados dijeron que llegan a sembrar hasta tres veces, fueron los que rentaban 7 y 10 ha, la renta oscila entre 5 mil a 30 mil pesos por ha al año, esa variación en la renta de la tierra depende de la cercanía con los canales de riego, ya que esto les permite tener mayor disponibilidad de agua que deriva en una mayor producción.

Red 2. Fertilizantes químicos: productividad de la tierra, daño ambiental y enfermedades



Fuente: elaboración propia con software Atlati.ti

El uso de agroquímicos y semillas mejoradas es común (E38) varios entrevistados mencionaron no recordar el nombre de los agroquímicos que usaban, pero algunos mencionaron el Furadan que es uno de los pesticidas de carbamato más tóxicos que hay (Valencia, et al., 2008), un litro ronda alrededor de \$427.00 pesos. Los entrevistados argumentaron que usan los agroquímicos porque si no los utilizan el rendimiento por hectárea es más bajo, aunque reconocen que:

“Este es un asunto que sabemos que estamos haciendo mal pero es un negocio o sea debe haber nuevas técnicas y yo creo que este tipo de proyecciones es lo que se hace, mira, por ejemplo, este producto es muy malo o sea y mire, este ya se prohibió en 2019, ya no se puede vender y bueno este por ejemplo, tiene 2 años y este fue el último lote pero si hay mejora, como el bulto de allá, se llama --- empezó muy caro, empezó como en MXN\$1,200 hace 3

años prohíben esto y nos vamos con eso, era muy caro pero como ya no hay más demanda pues van bajando los precios entonces ese tipo de cosas ayudan mucho, tenemos que cuidar nuestro medio ambiente sí y es súper importante el aire y todo eso pero lo más importante que tenemos es nuestro ingreso, entonces rendimiento, rendimiento, rendimiento”.

El uso de agroquímicos también estuvo relacionado con los códigos de daño ambiental y enfermedades, tal como se muestra en la Red 2, estas fueron citas que se enraizaron en esos códigos, pero no tienen densidad porque no se vinculan con otros códigos, esto significa que cuando se les preguntó a los productores por los otros ejes temáticos como, por ejemplo, la importancia de conservar el medio ambiente no se mencionó nada sobre agroquímicos ni uso del agua residual. Tres de 25 entrevistados consideraron que el uso de agroquímicos no era positivo para los alimentos ni para la tierra y cuatro dijeron que el uso de agroquímicos se relacionaba con enfermedades que ellos tuvieron, incluso dijeron que por eso ellos dejaron de aplicarlos directamente y ahora pagaban. Los 25 entrevistados vincularon el uso de agroquímicos con el incremento de la productividad de la tierra y 13 entrevistados mencionaron que el agua tratada disminuía la productividad y que por tanto no era una opción viable para ellos, solo dos entrevistados consideraron que estarían dispuestos a usar agua tratada.

El agua pasa por canales, de los cuales 315 km están revestidos y 342 km no están revestidos (Peña, Vargas y Romero, 2013), lo que genera fugas, infiltraciones, pérdida de líquido, etc. Esto también lo señalaron los productores cuando se les preguntó sobre la distribución del agua residual, en general consideraron que no se da de manera equitativa, que hay quienes pagan para recibir más agua, que es necesario el revestimiento de los canales porque se pierde mucha agua, que los que tienen más ha son más beneficiados. Hay 48 citas del tema de distribución del agua y todas mencionan que no se les distribuye de manera adecuada, además consideran que no hay suficiente agua. El precio de los vales a través de los cuales se les distribuye el agua lo ubicaron entre 10, 12, 15, 36 y 50 pesos, algunos de los que pagan menos consideran que es poco lo que les cobran. También consideraron que requieren capacitación técnica porque no conocen que pasa con el suelo y que agroquímicos son mejores. Las empresas que promocionan los agroquímicos hacen parcelas demostrativas, pero no saben de otras técnicas, respecto al riego, todos mencionaron que usan el riego rodado y respecto al conocimiento de otras técnicas de riego cuatro consideraron que sería muy importante conocer otras técnicas de riego, ocho que no funcionarían ni el goteo ni la aspersión porque el agua va muy sucia y el resto piensa que el riego rodado es lo único que funciona pero que debería mejorar la distribución.

6. La percepción ambiental de productores agrícolas del Valle del Mezquital

Para conocer la perspectiva ambiental se presenta la Red 3 que vincula las categorías: situación ambiental, conservación de la naturaleza, planta de tratamiento y uso del agua residual con relación a enfermedades y alimentos. En primer lugar, se presentan las respuestas en torno a la situación ambiental local en el cuadro 2, cuatro productores consideran que la situación ambiental no es tan mal, uno de ellos dijo que no había contaminación. Los otros productores consideran que, si hay contaminación, únicamente tres mencionaron que era tanto por el agua residual como por la industria, incluso uno mencionó que el suelo está contaminado por metales pesados y que no deberían sembrarse muchas cosas de las que se siembran, 17 no vinculan el uso del agua residual con la contaminación, consideran que si hay contaminación y que sus fuentes principales son las fábricas.

Cuadro 2. Categoría: Situación ambiental local

1.Pues por medio del agua negra está mal, la otra no sé qué tanto nos llegue en cuestión de refinería Tula eso es lo que, pues en nuestro México siempre se ha escuchado que contaminación, pero todos se echan y todos dicen, pero nadie hacemos nada en ese aspecto.
2.o pues sí hay ya que estamos aquí en una zona de la refinería y todo eso, ya ve que el aire cambia, entonces si hay contaminación no lo dudamos
3.Pues mire, todavía aquí no está contaminado, aquí todavía hay aire puro, pues a veces ya cuando viene lo de la refinería pus ya se ve el aire contaminado, pero casi no llega mucho para acá, sí
4.Los metales pesados, eso un problema, por ejemplo, aquí están sembrando coliflores y brócolis y eso es pura agua, o sea y eso es pura agua negra, yo no sé cómo pasan, mucho más en las legumbres, en cebollas también siembran, bueno aquí todo, yo no me lo como, porque se la calidad que están metiendo ahí y los elotes pues si me los como, no, pero pues están arriba
5.No, contaminado no
6.Mmmm, pues no, ahora sí que encuentro más o menos todo bien.
7.Fíjese que nosotros aquí en este, en esta zona estamos como en la gloria
8.hay muchas deficiencias en cuestión ambiental y todos lo sabemos, por ejemplo, no lo vemos aquí pero simplemente aquí tenemos refinería
9.desgraciadamente todos cooperamos o colaboramos a que hemos destruido mucho el medio ambiente, todos, la basura, la contaminación del agua, la contaminación del aire, todos, si está complicado
10.es una zona de la más contaminada, lo sabemos, pero no lo puedo concertar, pero es una parte de la nación, la zona Tula
11.si, tan solo aquí hay una contaminación pesada, aquí no se ve, pero el cerro estamos arriba y se ve una nube negra de contaminación de la refinería y las empresas y el agua, así como nos daña también nos beneficia
12.estamos bien contaminado, según se habla que esta parte es la más contaminada del mundo por las aguas negras que en aquellos años nos las mandaron y al final de cuenta le sacamos provecho nuestros antepasados de sembrar, pero también nos contamina por que viene de todo
13.en cuestión de contaminación estamos un poco elevados, ya que hay una cementera, otra cementera y dos caleras y es mucho y para colmo tenemos cerca una refinería, es mucho

14. Buena, si ha habido usos de ciertos pesticidas que han dañado un poco la fauna, la flora de aquí de la región, pero se han tratado, por la contaminación y erosión de las tierras
15. No esta tan limpio que digamos el ambiente, pero no esta tan maleado tampoco, o sea más o menos porque tenemos cerca la refinería de Tula
16. vemos que cada año se sigue marcando más la sequía pues ora sí que los tiempos ya han cambiado, ha habido muchas deforestaciones y ora sí que hemos abusado más de nuestro planeta
17. Si está contaminado y deforestado
18. Ahora ahí tenemos otro detalle, aquí por ejemplo hay tres fábricas que muelen piedra caliza ninguna deja de aventar el polvo
19. Pues yo creo que es como mala no, porque por ejemplo pues tan solo ahí en los canales y eso va cuanto chingadera y media van perros, plásticos, llantas.
20. Pues igual mal, porque por ejemplo tan solo el río pues igual está bien sucio, vas así a las calles y eso pues luego se ven así medio sucia.
21. Atotonilco pues es zona industrial y pues nos afectan algunas empresas que contaminan el medio ambiente
22. Sí claro, es una región altamente contaminada por la cuestión de las empresas cuestión de las aguas residuales por todo ¿no? Todos nos pega
23. Es un área contaminada, prácticamente.
24. Si hay contaminación porque hay muchas fábricas
25. Sí, si está contaminado por todas las fábricas e industrias, no estoy seguro, pero dicen que es la zona más contaminada, incluso el Valle y yo creo que sí que hay muchas industrias que no reúnen todos los requisitos o lineamientos para tener sus cosas en orden.

Fuente: Elaboración propia con base en la información recopilada de las entrevistas

La percepción ambiental tal como lo plantea Durand (2008) guarda una relación importante con la información que se puede percibir a través de nuestra cultura y nuestros sentidos, las fotos que se presentan muestran que visualmente el paisaje de los terrenos agrícolas no muestra contaminación y concuerda con la perspectiva que se muestran en el cuadro 2 respecto a la situación ambiental. Ellos perciben la contaminación del aire, pero en el recorrido a las parcelas se pudo ver que el daño que ha sufrido el suelo no es tan perceptible por los productores (Imagen 1) y si bien continuamente ven los canales con aguas residuales y el olor que generan esto es algo con lo que crecieron desde niños.

Respecto a la pregunta sobre la importancia de la conservación de la naturaleza y las acciones en torno a esto, los 25 entrevistados mencionaron que: “Claro que si porque nuestro entorno es vital..., es importantísimo porque si no cuidas lo que te da de comer en un futuro que va a pasar..., tenemos que cuidarlo es muy importante, claro que si porque nuestro entorno es vital, es primordial cuidar la naturaleza..., pues si las comisiones reguladoras del medio ambiente aplicaran sanciones no estaríamos así, es muy importante estoy planificando por dónde voy a entrarle..., es muy importante” (Entrevistas a productores agrícolas del Valle del Mezquital).

Imagen 1. Región del Valle de Mezquital, Hidalgo (varios municipios)

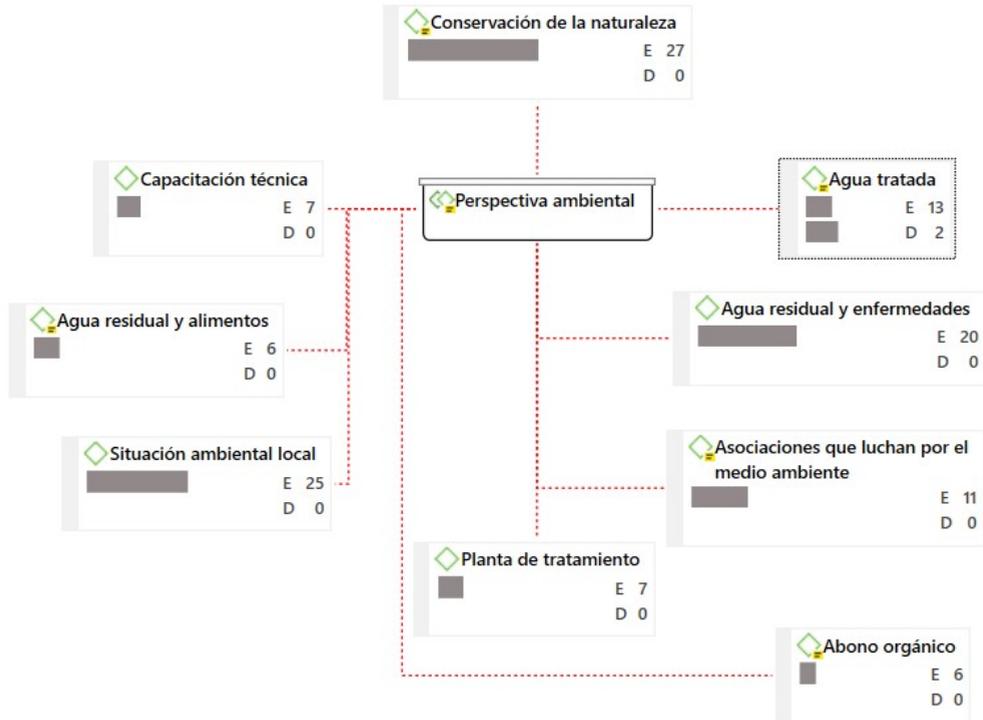


Fuente: tomas propias en recorridos (septiembre-octubre de 2021)

Tal como se puede apreciar en el enraizamiento de la Red 3, existen 27 citas referidas al cuidado del medio ambiente, los 25 entrevistados mencionaron su importancia y hubo tres citas adicionales en esas entrevistas referidas a la conservación.

Respecto a las acciones para mejorar el ambiente 20 consideraron que era necesario plantar árboles, incluso casi todos mencionaron que ya habían al menos sembrado algunos en sus parcelas. Respecto al abono orgánico tres mencionaron que usaban estiércol como abono orgánico y uno dijo que deberían tener más información sobre fertilizantes orgánicos porque no conocían.

Red 3. Perspectiva ambiental de productores agrícolas.



Fuente: Elaboración propia mediante software Atlas.ti

Respecto al agua tratada tres mencionaron que sería benéfico sembrar con ese tipo de agua, uno reconoció que bajaría la producción, pero incluso mencionó que “a nivel humano nos conviene” sin embargo, dos mencionaron que por un lado sería benéfico, pero por otro, los perjudicaría, 20 consideraron que les perjudicaría mucho por la productividad, incluso uno mencionó que:

“cuando empezaron a echar esa agua tratada para acá, nombre luego, luego hubo un cambio en la tierra, en lugar de como que favorecer la tierra, como que extraño el abono, ahorita por ejemplo nos hemos dado cuenta que, le echa usted su riego y máximo 15 días ya está la tierra urgida, que quiere agua y empezó agrietarse, y luego le salen unos brotes como de oxidación, como de salitre, y anteriormente cuando venía el agua bruta, bruta de México no se veía eso” (Entrevista a productor agrícola, 30 de septiembre 2021).

Otro productor mencionó que no les convenía que trataran el agua porque se las iban a quitar y que la podrían utilizar para otros sectores, el agua residual en general se piensa que tiene muchos beneficios. Respecto a la planta de tratamiento cinco mencionaron que le quita los nutrientes al agua, que no les beneficiaba, pero el resto

de los entrevistados dijo no saber de la existencia de la Planta de Tratamiento de Atotonilco. Respecto al uso de agua residual y enfermedades los 25 entrevistados mencionaron que no han sufrido ninguna enfermedad por exposición o uso del agua residual, cuatro señalaron que más bien se habían enfermado por el uso de agroquímicos y en relación al agua residual y lo que siembran, todos dijeron que había algunos cultivos que no podían realizar. Pero saben que si se siembran hortalizas por ejemplo calabazas y otro tipo de vegetales que se encuentran a ras de suelo y que no deberían sembrarse.

Finalmente, sobre las asociaciones que cuidan el medio ambiente 18 mencionaron que ellos no conocían ninguna, tres dijeron que les cobraban sobornos, dos comentaron que si era bueno que hubieran de este tipo de asociaciones pero que no estaban bien informadas, uno mencionó que dos asociaciones le donaron árboles para sembrar, los demás consideran que sería necesario que hubiera y que promovieran que disminuyera la contaminación de la industria.

7. Discusión

De acuerdo con Calixto y Herrera (2010) la forma en la que las personas perciben los problemas ambientales está condicionadas por intereses y relaciones de poder, esto aplica también a la forma en la que se jerarquizan los problemas ambientales y lo que encontramos en las respuestas de los productores agrícolas es que en su mayoría están preocupados por la contaminación de las fábricas, pero no extienden esa preocupación a los impactos del uso del agua residual en sus terrenos, aun cuando algunos mencionaron que si saben que el uso del agua residual genera daños ambientales, ponen por encima la cuestión de la rentabilidad económica, lo cual coincide con la clasificación que presentan Davies y Hodge (2007) de “conservacionistas de productos básicos”.

Respecto a la jerarquía que se le asigna a los problemas ambientales podemos mencionar que en el Valle del Mezquital, el municipio de Tula fue nombrado en 2006 como el más contaminado a nivel mundial por la Organización de las Naciones Unidas, esto por la actividad industrial –cementeras, caleras, refinarias, parque industrial - aunado a las aguas residuales provenientes de la ZMVM, es considerado un Infierno Ambiental –Región de Emergencia Ambiental- (Vargas, 2020) y a pesar de este contexto, los entrevistados del municipio y sus alrededores identificaron la contaminación de las fábricas pero solo unos cuantos mencionaron que el agua residual era un problema ambiental.

Los medianos y pequeños productores agrícolas entrevistados mostraron en sus respuestas renuencia a dejar de utilizar el agua residual, la mayoría rechaza el agua tratada de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Atotonilco, que de cualquier manera no abastecería la demanda del líquido de todos, ya que el caudal tratado en 2021 fue de 28,727 litros por segundo (Conagua, 2021) cubriendo alrededor de 60% del agua residual que llega de la Zona Metropolitana del Valle de México, lo cual coincide con lo que plantean Gärling y Golledge (1989) ya que como se muestra en

las fotografías del lugar, no es realmente visible el impacto ambiental del uso del agua residual en los terrenos agrícolas, así como tampoco es evidente el daño ambiental por el uso de los agroquímicos. Siguiendo a Fernández-Moreno (2008) las deducciones e interpretaciones de los productores agrícolas se construyen de manera social e histórica y esta agua residual históricamente se ha visto como una salida a las condiciones de pobreza que enfrentaba la región y ha contribuido a mejorar su nivel de vida. Además, lo que se percibe por parte de los entrevistados muestra la confrontación entre visiones que Lazos y Paré (2000) mencionan que existe entre actores internos y externos de un espacio territorial y esto es reforzado por las imágenes que se muestran, ya que los estudios fisicoquímicos requieren estudios especializados en laboratorio, las condiciones del suelo a primera vista no permiten visualizar los graves problemas ambientales que genera el uso del agua residual no tratada.

Existe la posibilidad de que haya una confrontación entre lo percibido por parte de actores internos y lo percibido por actores externos, éstos últimos por ejemplo pueden ser especialistas que estudian los fenómenos ambientales y sus implicaciones; por lo que los sujetos que viven en el espacio territorial estudiado pueden no tener las mismas visiones sobre los fenómenos (Lazos y Paré, 2000).

8. Conclusiones

La productividad agrícola que presenta esta zona es de la más alta del país, el uso de agua residual y los agroquímicos han generado condiciones de producción para los agricultores del Valle del Mezquital inigualables. Aun cuando las problemáticas ambientales y de salud que esto genera ha sido ampliamente estudiado desde diferentes disciplinas (Ramos, De León y López, 2018). Existen pocos estudios en el ámbito social, específicamente para conocer la perspectiva que tienen los agricultores en esta región en términos ambientales. Los resultados mostraron que si bien existe una preocupación y conocimiento de la problemática ambiental se considera que ésta es en gran parte generada por la actividad industrial, lo cual es cierto, las respuestas mostraron que muchos productores saben que hay implicaciones ambientales negativas por el uso del agua residual pero por un lado, la agricultura es una actividad que heredaron de sus padres y la forma de riego también, por lo cual, les parece algo normal regar con aguas negras y, por otro lado, está el ámbito de la rentabilidad de la actividad. Cabe destacar, que a raíz de las condiciones de pobreza en que gran parte de esta región (otomí, principalmente) vivían, la llegada de esta agua residual ha sido vista como la oportunidad que le ayudo a mejorar sus condiciones de vida.

Se destaca el hecho de que la escasez de agua, la mala gestión del agua en Ciudad de México y la Zona Metropolitana aunado al bajo tratamiento que se da al agua residual de tipo municipal y doméstico ya que la Ciudad de México solo trata el 15% de las aguas residuales, así como el crecimiento poblacional e industrial han impactado en el aumento del flujo de agua residual hacia el Valle del Mezquital.

Dicha agua se recibe en mayor medida en el distrito de riego 003 Tula y es distribuida a sus distintos usuarios que tienen predominantemente un régimen de propiedad ejidal y de pequeña propiedad, generando la dinámica agrícola de la región.

9. Bibliografía

- Calixto F. R. y Herrera R., L., 2010, “Estudio sobre las percepciones y la educación ambiental” en *Tiempo de educar*, 11(22), 227-249. Disponible en <https://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=31121072004>
- Chahim, D., 2021 [20 de septiembre], “La tragedia de la inundación en Tula fue una decisión política”, en *The Washington Post, Democracy Dies in Darkness* [periódico]. Disponible en <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2021/09/20/tula-inundaciones-rio-causas-hidalgo-mexico/>
- Cohen, N., y Gómez-Rojas, G., 2019, *Metodología de la investigación ¿para qué?* Editorial Teseo, Red latinoamericana de metodología de las Ciencias Sociales y CLACSO, Argentina. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctvxcrrxz>
- Conagua, 2013, *Estadísticas del Agua en la Región Hidrológico-Administrativa XIII. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Comisión Nacional del Agua (Conagua). Semarnat, México. Disponible en <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-del-agua-de-la-region-hidrologica-administrativa-xiii-aguas-del-valle-de-mexico>*
- Conagua, 2015, *Programa Hídrico Regional 2014-2018 de la Región Hidrológico-Administrativa XIII Aguas del Valle de México. Comisión Nacional del Agua (Conagua). Semarnat, México. Disponible en https://2050cuenta.org/wp-content/uploads/2020/07/PHR_OCAVAM_2014_2018.pdf*
- Conagua, 2021, *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Comisión Nacional del Agua (Conagua). Semarnat, México. Disponible en <https://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-de-plantas-municipales-de-potabilizacion-y-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-operacion>*
- Conagua, s.f., *Normas Oficiales Mexicanas. NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997. Comisión Nacional del Agua (Conagua). Semarnat, México. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgaa-15-13.pdf>*
- Contreras-Román, R. H., 2016, “Indio, campesino y migrante. Los proyectos históricos en la construcción del Valle del Mezquital como región” en *Estudios de Cultura Otopame*, (10), pp. 13-57. Disponible en <https://www.revistas.unam.mx/index.php/eco/article/view/71535>
- Cuellar-Carrasco, E., Ortega-Escobar, M., Ramírez-Ayala, C., y Sánchez-Bernal, E. I., 2015, “Evaluación de la relación de adsorción de sodio de las aguas de la red hidrográfica del Valle del Mezquital, Hidalgo” en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), pp. 977-989. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.592>
- Davies, B. B., y Hodge, I. D., 2007, “Exploring environmental perspectives in lowland agriculture: AQ methodology study in East Anglia, UK” in *Ecological economics*, 61(2-3), pp. 323-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.03.002>

- Diario Oficial de la Federación (DOF), 1993a [18 de octubre], NORMA Oficial Mexicana NOM-CCA/032-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola. México: Secretaría de Desarrollo Social. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4794216&fecha=18/10/1993#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 1993b [18 de octubre]. NORMA Oficial Mexicana NOM-CCA-033-ECOL/1993, que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de estas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas. México: Secretaría de Desarrollo Social. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4794222&fecha=18/10/1993#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 1997 [6 de enero]. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997#gsc.tab=0
- Durand, L., 2008, “De las percepciones a las perspectivas ambientales: una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental” en *Nueva antropología*, 21(68), pp. 75-87. Disponible en <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/nueva-antropologia/article/view/15914>
- Fernández-Moreno, Y., 2008, “¿Por qué estudiar las percepciones ambientales?: Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas” en *Espiral. Estudios sobre estado y sociedad*, 15(43), pp. 179-202. Disponible en <http://espiral.cucsh.udg.mx/index.php/EEES/article/view/1378>
- Friese, S., 2019, ATLAS. ti 8 Mac-User. Manual Updated for Program Version 8.4. ATLAS.ti, Berlin. Disponible en http://downloads.atlasti.com/docs/manual/manual_a8_mac_en.pdf
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2011, El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid. Consultado en septiembre 20 de 2021. Disponible en <https://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>
- García-Salazar, E.M. y Fuente-Carrasco M. E., 2021, “La disputa por el agua residual en México como conflicto ecológico-distributivo” en *Regions & Cohesion*, 11(3), pp. 54-79. DOI: <https://doi.org/10.3167/reco.2021.110305>
- Gärbling, T. y Gollledge, R.G., 1989, “Environmental Perception and Cognition” in: Zube, E.H., Moore, G.T. (eds) *Advance in Environment, Behavior, and Design*, Vol 2. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0717-4_7
- Guadarrama-Brito, M. E., y Galván-Fernández, A., 2015, “Impacto del uso de agua residual en la agricultura” en *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 4(7), pp. 22-44. Disponible en <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/29>

- Lara-Figueroa, H. N. y García-Salazar, E. M., 2019, "Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital" en *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 21(7), pp. 91-106. DOI: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.69636>
- Lara-Viveros, F. M., Ventura-Maza, A., Ehsan, M., Rodríguez-Ortega, A., Vargas-Monter, J. y Landero-Valenzuela, N., 2015, "Contenido de Cd y Pb en suelo y plantas de diferentes cultivos irrigados con aguas residuales en el valle del Mezquital, Hidalgo, México" en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(2), pp. 127-135. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000200002&lng=es&tlng=es
- Lazos, E., y Paré, L., 2000, *Miradas indígenas sobre una naturaleza entristecida: percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz*. Plaza y Valdés, Veracruz, México. Disponible en <http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/5075>
- Lesser-Carrillo, L. E., Lesser-Illades, J. M., Arellano-Islas, S., y González-Posadas, D., 2011, "Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del Valle del Mezquital, México central" en *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3), pp. 323-336. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742011000300001&lng=es&tlng=es.
- Miranda-Juárez, S., 2019, "Caracterización del trabajo infantil rural en México en 2015" en *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, XXVII(1), pp. 151-168. DOI: <https://doi.org/10.18359/rfce.3314>
- Montesillo-Cedillo, J. L., 2016, "Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal" en *Economía Informa*, No. 398, enero-junio. pp. 60-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.04.005>
- Okorogbona, A. O., Denner, F. D., Managa, L. R., Khosa, T. B., Maduwa, K., Adebola, P. O., ... y Macevele, S., 2018, "Water quality impacts on agricultural productivity and environment" In *Sustainable Agriculture Reviews 27* (pp. 1-35). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75190-0_1
- Peña, F., Vargas, S., y Romero, R., 2013, *Resistencia a las políticas de gestión del agua en México: La transferencia del distrito de riego Tula, Hidalgo*. El Colegio de San Luis, México.
- Ramos, M., De León, F. y López, M., 2018, "Aguas residuales provenientes de la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en el Valle del Mezquital" en *Sociedades Rurales, producción y medio ambiente*, 18(36), pp. 113-137. Disponible en <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/401/385>
- Romero-Pérez, R., 2007, "La agricultura con agua residual en las ciudades de la cuenca Lerma-Chapala" en *Boletín del archivo histórico del agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA. Disponible en <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1986>
- Ruiz-Olabuénaga, J.I. y Ispizcua, M.A., 1989, *La descodificación de la vida cotidiana. Métodos de investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto
- Silva, T.C., Da Silva-Chaves, L., y Albuquerque, U.P., 2016, "What Is Environmental Perception?" In: Albuquerque, U., Nóbrega Alves, R. (eds) *Introduction to Ethnobiology*. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-28155-1_14

- Solis-Martínez, M., 2014, Disponibilidad de Pb, Cd y Ni por la adición de fósforo y azufre en suelos regados con agua residual, en el Valle del Mezquital, Hidalgo. [Tesis de Doctorado en Ciencias, especialista en Edafología], Colegio de Postgraduados. Disponible en <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2268>
- Valencia, E. M., Guerrero, J. A., de Yunda, A., y Martínez, M. J., 2008, “Evaluación de la adsorción-desorción de 14C-carbofuran y Furadan 3SC® en tres suelos de Cundinamarca (Colombia)”, en *Revista Colombiana de química*, 37(1), pp. 79-91. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/9439>
- Vargas, M., 2020 [10 de Junio], “Mirándonos en el espejo mexicano. 26 años de libre comercio, paraísos industriales para las empresas, infiernos ambientales para los pueblos” en Transnational Institute (TNI). Disponible en <https://longreads.tni.org/es/mirandonos-en-el-espejo-mexicano>
- Vázquez-Alarcón, A., Cajuste, L.J., Carrillo-González, R., Zamudio-González, B., Álvarez-Sánchez, E., y Castellanos-Ramos, J.Z., 2005, “Límites permisibles de acumulación de cadmio, níquel y plomo en suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo” en *Terra Latinoamericana*, 23(4), pp. 447-455. Disponible en <https://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=57311146003>
- Veliz, L. E, Ocaña, J. G. L., Fernández, L. A., y Venta, M. B., 2009, “Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica” en *Revista CENIC ciencias biológicas*, 40(1), pp. 035-044. Disponible en <https://revista.cnic.edu.cu/index.php/RevBiol/article/view/715>

10. Base de datos

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap). Estadísticas de producción agrícola 2021. [Conjunto de datos]. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola [Conjunto de datos]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Comisiona Nacional del Agua (Conagua). Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego [Conjunto de datos]. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-agricolas-de-los-distritos-de-riego>.