

EDUCATECIENCIA
ON



Vol. 17 No. 18
ISSN 2007-6347
Enero-Marzo 2018

Universidad Tecnocientífica
del Pacífico S. C.

Revista EDUCATECONCIENCIA.

Volumen 17, No. 18.

E-ISSN: 2683-2836

ISSN: 2007-6347

Periodo: Enero – Marzo 2018

Tepic, Nayarit. México

Pp. 20-37

Doi: <https://doi.org/10.58299/edu.v17i18.87>

Recibido: 28 de enero del 2018

Aprobado: 09 de febrero del 2018

Publicado: 31 de marzo del 2018

**Calidad del agua: Efectos comerciales en los microempresarios agrícolas de la
región de Atlixco, Puebla**

**Water quality: commercial effects on agricultural microentrepreneurs of the
region of Atlixco, Puebla**

Autores

Víctor Genaro Luna Fernández

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

vgluna@hotmail.com

Nadia Vianney Hernández Carreón

nadiahercar@gmail.com

Juana Dámazo Trejo

indsinda@hotmail.com

Calidad del agua: Efectos comerciales en los microempresarios agrícolas de la región de Atlixco, Puebla

Water quality: commercial effects on agricultural microentrepreneurs of the region of Atlixco, Puebla

Autores

Víctor Genaro Luna Fernández
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
vgluna@hotmail.com

Nadia Vianney Hernández Carreón
nadiahercar@gmail.com

Juana Dámazo Trejo
indsinda@hotmail.com

Resumen

La investigación tiene como objetivo analizar los efectos comerciales que tienen los microempresarios agrícolas de la región de Atlixco, Puebla, por el uso de agua contaminada para la producción de hortalizas y forrajeros. Se realizaron 200 entrevistas con productores de la región y se seleccionaron 40 pozos, el agua sobrepasó el límite permisible de las normas oficiales mexicanas (DOF, 1996) para uso agrícola en la concentración de sulfatos (SO_4^{-2}) y sales. La producción de cultivos con agua contaminada da como resultado baja productividad; un mercadeo incipiente y comercialización en condiciones desventajosas; escaso control de precios (bajo poder de negociación); bajos precios de los productos; poca rentabilidad de los cultivos tradicionales y mala reputación a nivel local y regional.

Palabras clave: Calidad del agua, comercialización, microempresa agrícola familiar.

Abstract

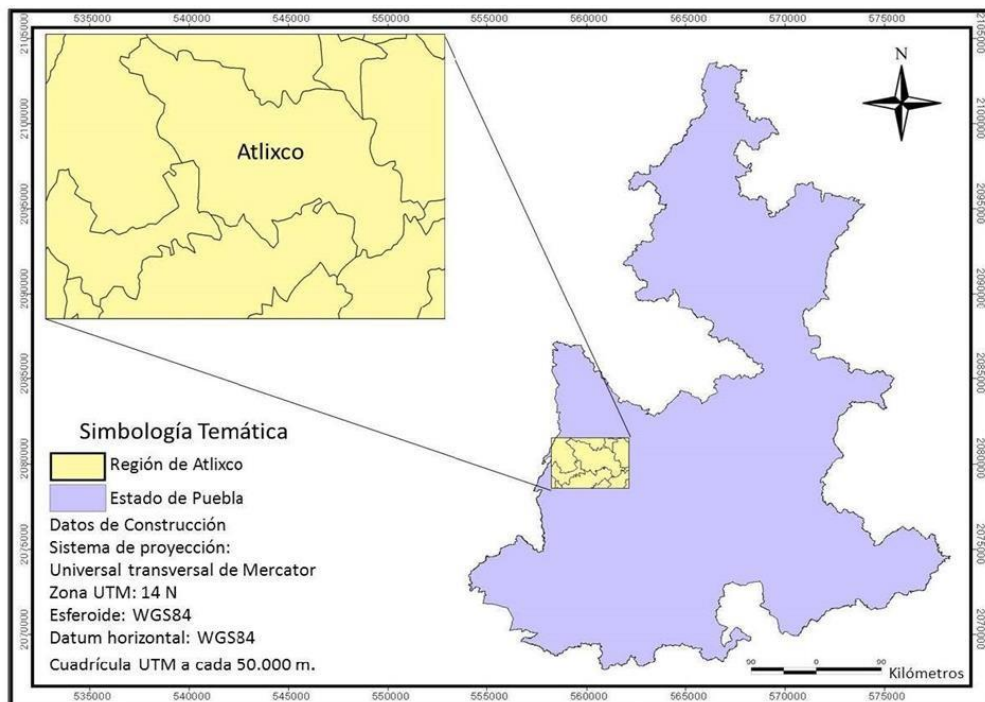
The objective of the research is to analyze the commercial effects of agricultural microentrepreneurs in the region of Atlixco, Puebla, by the use of contaminated water for the production of vegetables and fodder. There were 200 interviews with producers in the region and 40 wells were selected, the water exceeding the permissible limit of the official Mexican standards (DOF, 1996) for agricultural use in the concentration of sulfates (SO_4^{-2}) and salts. The production of crops with contaminated water results in low productivity; incipient marketing and marketing under disadvantageous conditions; poor price control (low bargaining power); low prices of products; poor profitability of traditional crops and bad reputation at local and regional level.

Keywords: Water quality, marketing, microenterprise family farm.

Introducción

La bioregión de Atlixco se encuentra ubicada en la parte centro-oeste del estado de Puebla, entre los paralelos 18° 48" y 19° 00" de latitud norte; los meridianos 98° 19" y 98° 36" de longitud oeste (Figura 1); la cual está integrada en su totalidad por el municipio de Atlixco que se encuentra en el centro-oriente, y en parte por los municipios de Huaquechula, Tepeojuma, Tepemaxalco, Acteopan y San Diego de la Mesa Tochimiltzingo al sur, Atzitzihuacán al suroeste, Tochimilco y Tetela del volcán al poniente, Tianguismanalco, San Jerónimo Tecuanipan, Santa Isabel Cholula y San Gregorio Atzompa al norte, San Andrés Cholula, Ocoyucan al nororiente y Teopantlan al suroriente. Los cuales abarcan en conjunto una superficie de 1,088.77 kilómetros cuadrados, extensión que en su mayoría se encuentra en la parte sur del volcán Popocatepetl, aspecto geográfico sumamente importante para la vida de este valle, el cual limita al norte con la llanura de Cholula, al sur con el Valle de Izúcar de Matamoros, al poniente con las laderas del Popocatepetl y al oriente con la sierra del Tentzo (INEGI-Gobierno del Estado de Puebla, 1990).

Figura 1. Mapa de ubicación de la Bioregión de Atlixco, Puebla.



Fuente: Elaboración propia, basado en datos vectoriales del INEGI 2015.

En el caso específico de la bioregión de Atlixco, su superficie ha venido sufriendo constantes cambios a lo largo del tiempo. A partir de la década de los 60's, se inició una intensa transformación territorial motivada por la expansión urbana y el crecimiento de las actividades económicas principalmente por la industria textil. Esto provocó una mayor presión sobre los recursos naturales (suelo, agua y vegetación), así como cambios en el uso del suelo, lo que ha propiciado disputas por el territorio entre actores agrarios y urbanos (Lomelí, 2001:35). El impacto que producen estas actividades en el medio ambiente es evidente sobre todo en el recurso hídrico, del cual depende toda forma de vida, ya que existe contaminación y mayor demanda del vital líquido, principalmente del sector agrícola.

Otro factor de gran relevancia para el análisis de la calidad en el uso del agua en las actividades agrícolas es la organización de los usuarios, que atienden principalmente a las necesidades de escasas de agua mediante el uso complementario de aguas contaminadas del río Nexapa. En la región los microempresarios agrícolas se encuentran organizados en Unidades de Riego o Asociaciones Civiles de Usuarios, lo cual implica una coordinación y organización para el manejo del agua y su distribución.

Por otra parte, existe una relación importante y directa entre la producción, venta y comercialización de los productos que los microempresarios agrícolas producen en la región, los cuales han ido disminuyendo notablemente a causa de este factor. En este sentido el aprovechamiento de aguas contaminadas para riego agrícola representa un riesgo para la salud debido a la presencia de microorganismos patógenos (Baccaro *et al.*, 2007) y otros elementos que pueden ocasionar problemas de contaminación de aguas subterráneas (Morris *et al.*, 2003), tales como los nitratos, nutriente que comúnmente contamina los acuíferos (Muñoz, 2004). Lo anterior hace necesario analizar los efectos comerciales que tienen los microempresarios agrícolas de la región de Atlixco, Puebla, por el uso de agua contaminada para la producción de hortalizas y forrajeros. Se planteó como hipótesis que el agua contaminada que utilizan los productores de la región de Atlixco, Puebla en sus cultivos influye en la mala reputación de sus productos, lo que origina una disminución en sus ventas y comercialización de sus productos.

Revisión bibliográfica (marco teórico)

Al igual que en el resto de los países del mundo, el principal uso del agua en México es para el sector agrícola, utilizada para el riego de cultivos con una superficie en unidades agrícolas de producción de 30.22 millones de hectáreas para el año 2007, el 18% de dicha superficie es de riego, y la superficie restante tiene régimen de temporal. Ello ha obligado a los agricultores a sembrar sólo los cultivos más rentables y con mayor productividad del agua.

Evidentemente, el agua es uno de los recursos naturales más importantes para la agricultura, *su propiedad es estatal*, cuyos derechos de uso están concesionados a los ejidatarios campesinos y a los pequeños propietarios (la mayoría campesinos) para su *uso común* y el manejo es bajo su propia lógica (Ocampo, 2004).

De acuerdo a Molina *et al.*, 2009, las áreas de alta rentabilidad agrícola dependen de la irrigación por las aguas subterráneas de acuíferos, por lo que requieren un compromiso entre la recuperación de los acuíferos y la extracción para el riego. En este sentido, la reducción del agua subterránea puede incrementar el uso de aguas de ríos contaminados, por tanto, habrá una contaminación de los cultivos, causando problemas de salud y en consecuencia disminución en las ventas de productos agrícolas regados con aguas contaminadas (Qureshi, *et. al.* 2012).

Sin embargo, desde el punto de vista de los recursos naturales, y tomando el agua como un recurso fundamental para la supervivencia y el desarrollo de este tipo de microempresas, es necesario considerar dos aspectos básicos: cantidad y calidad disponible (ya sea en forma superficial o subterránea para su aprovechamiento (Custodio y Llamas, 1983). El término calidad hace mención a la composición química y el contenido de materiales sólidos disueltos en el agua. En este sentido, su clasificación y nivel de aptitud es fundamentalmente función del uso que se le va a dar.

La disponibilidad del recurso depende, en principio, de las condiciones del medio físico donde se localice el recurso (profundidad, espesor y características litológicas del acuífero, o las dimensiones y características hidráulicas de cursos y cuerpos de agua). A su

vez, el recurso depende de la vigencia y dimensión de los procesos naturales hidrológicos que garantizan su renovación cíclica, vinculándose así las condiciones atmosféricas del entorno (lluvia, evaporación, evapotranspiración, etc.). La calidad y cantidad disponible del recurso se interpreta como emergente de las interacciones entre diferentes actores sociales mediadas por el medio físico (curso de agua, acuífero, etc.), dando lugar a fuentes de contaminación puntuales o regionales y a la reducción o exceso en los niveles acuíferos, caudales de escurrimiento o niveles de cuerpos de agua superficiales. En cuanto a la demanda, se considera como la cantidad y calidad del agua necesaria para satisfacer de forma constante y oportuna las necesidades vitales y productivas de los agricultores. Con respecto a la cantidad, implica contar con los volúmenes de agua necesarios para realizar las actividades productivas familiares sin interrupciones ni restricciones a lo largo del año.

En este contexto el objetivo de los negocios agrícolas familiares busca una producción sostenible y rentable que permita preservar la naturaleza, pero también se tengan beneficios económicos y de desarrollo local (Shepherd y Patzelt, 2011; Pacheco *et al.*, 2010; Hall *et al.*, 2010; Gerrans y Hutchinson, 2007). Esta idea se considera significativamente importante en las zonas rurales donde los recursos ambientales han sido sobre explotados y contaminados, en donde la escases del agua ha orillado a que los microempresarios agrícolas busquen alternativas de producción con el uso de aguas contaminadas para poder compensar la falta de dicho recurso (Luksha, 2008; Bate y Lawler, 1997).

A este respecto las microempresas agrícolas familiares son flexibles y se adaptan de manera diversa a las influencias legislativas, políticas, económicas, sociales y religiosas que inciden en sus vidas, de manera que sólo pueden ser descritas como persistentes, un factor determinante de este tipo de empresas es la capacidad que tienen para redireccionar y optimizar la asignación de sus recursos económicos de manera que les permita implementar estrategias de supervivencia (Gasson y Errington, 2013).

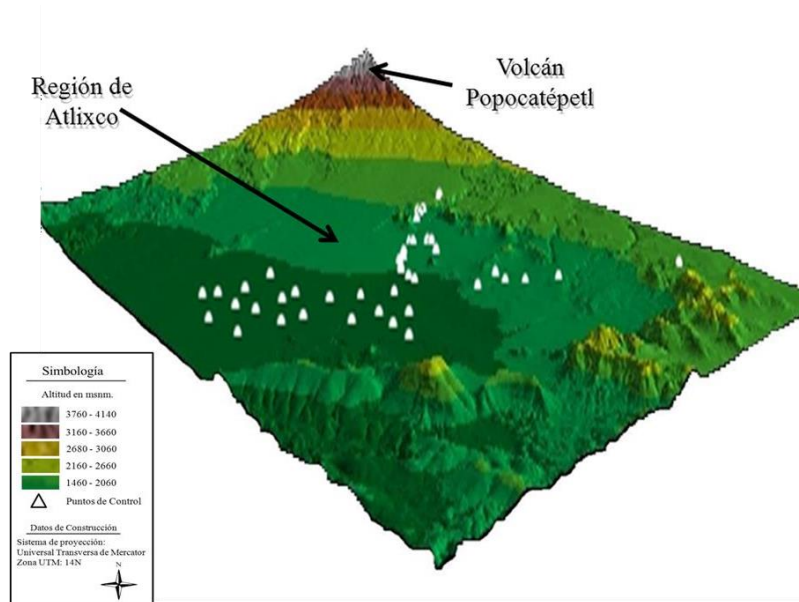
Metodología

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas -preguntas cerradas y abiertas- a 200 productores de la región. Se realizó un muestreo aleatorio simple con 95% de confiabilidad y 0.25 de máxima variabilidad ($p \times q$), y 5% de precisión. Como marco de muestreo se consideró un registro de productores que han participado en programas de apoyo a pequeños productores de SAGARPA. Las entrevistas estuvieron constituidas por tres partes, la primera con preguntas sobre aspectos socio demográficos relacionados con las características de los productores; la segunda parte aborda aspectos relacionados con la producción y comercialización de sus productos y la tercera parte con las ventas y la reputación de sus productos. Después de una revisión y codificación del instrumento, se capturo la información en el paquete IBM SPSS Statistics 23, procesando estadísticas descriptivas, gráficos y un análisis de correlación.

Muestreo de agua

Derivado de un censo de 230 pozos registrados en la (CNA, 2009), en el que se identificaron 145 para uso agrícola, se realizó un muestreo aleatorio simple en el que se seleccionaron 46 puntos de muestreo (Figura. 2). Se utilizaron los siguientes criterios: 1) facilidad para el acceso dada la restricción para obtener información de los usuarios, 2) bombeo para extracción del agua y, 3) que el agua extraída se utilizara para el riego de cultivos.

Figura 2. Ubicación de los pozos de muestreo.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo y puntos GPS, 2017.

Las muestras fueron recolectadas en botellas de vidrio de 125 ml, para preservar los metales en solución se agregó HNO₃ concentrado hasta llegar a un pH ≤ 2. Para el análisis bacteriológico se utilizaron bolsas estériles de 500 ml. Se analizaron los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), pH, aniones, cationes y contenido de boro. El análisis bacteriológico se realizó a través de coliformes fecales y totales. Respecto a metales se analizó arsénico, cobre, manganeso, plomo y hierro.

Muestreo en cultivos

Con respecto a los cultivos se seleccionaron 33 muestras en parcelas que son regadas con agua de pozo de agricultores de la región: tomate verde, rábano, perejil, calabacita, cebolla de rabo, alfalfa, cilantro, epazote, chile y lechuga.

Método de digestión ácida para determinación de elementos en cultivos

Para analizar las muestras de los cultivos se usó el método de digestión ácida a temperatura ambiente, que incluye un sistema cerrado indicado para metales que se volatilizan a las temperaturas de ebullición de soluciones ácidas. El cultivo seco fue digerido en recipientes de teflón de 150 ml. previamente lavados con ácido (HNO₃ al 10 %

por 24 hr) y enjuagados con agua desionizada. El peso total (0.05 g) del cultivo liofilizado se colocó en los recipientes se añadió 100 µL de HNO₃ concentrado por cada 2 mg de muestra. Los recipientes se cerraron con su tapa correspondiente y se dejaron en reposo cubriéndolos de la luz y del polvo, durante cinco días a temperatura ambiente. Se adicionaron 40 µL de peróxido de H₂O₂ 30 % por cada 2 mg de muestra para optimizar la oxidación de la materia orgánica y se continuó con la digestión un día más en las mismas condiciones, hasta observarse un aspecto traslúcido de la solución. El volumen de las muestras se ajustó con agua desionizada para obtener una concentración final de HNO₃ grado ambiental (Anachemia) al 10 % v/v. Las muestras se digirieron por triplicado y se corrió un blanco de método. La cuantificación de As, Cu, Pb, Mn y Fe en las muestras de agua y cultivo fue determinada por espectrofotometría de absorción atómica, con horno de grafito (AAHG; Perkin Elmer, Modelo 3110 y Varian, Modelo Spectra 220Z con horno GTA 110Z); se utilizaron lámparas de cátodo hueco multielemento y por flama (AAF; VARIAN Spectr AA 220 FS).

Resultados y Discusión

Los productores son en su mayoría personas adultas (85%) mayores de 65 años; 10% entre los 51 y 60; y 5% entre 40 y 50. El total de los entrevistados son hombres, mismos que registran una diversidad en el nivel educativo, con un predominio del 80% en los niveles básicos de la primaria, seguida por secundaria y carrera técnica el más avanzado. El total de los entrevistados se dedica exclusivamente al campo. Con respecto al régimen de tenencia de la tierra el 85% es pequeña propiedad y el resto es arrendada.

Análisis del agua

Los resultados de los análisis realizados al agua de riego y cultivos obtenidos en este trabajo son discutidos de acuerdo con su uso agrícola, sin embargo, se pudo observar que en el 80% de los casos el agua de pozo que es utilizada para riego de cultivos también tiene un uso doméstico y pecuario, a pesar de que ésta no cumple con las normas correspondientes para dicho consumo.

El análisis de la información obtenida con respecto a los estudios fisicoquímicos y la obtención de algunos metales encontrados en el agua, fueron comparados con diversos criterios de calidad del agua para consumo humano y para su uso agrícola de acuerdo con los criterios ecológicos CE-CCA-001/89 y LFDA (2009). Se determinaron los promedios (Cuadro 1) y se identificaron los valores de los pozos que exceden los límites permisibles.

Cuadro 1. Contraste de los criterios de calidad del agua y la concentración de algunos parámetros analizados.

Parámetro (mg L ⁻¹)	Criterios ecológicos		Ley Federal de Derechos de Agua, 2009.		Concentraciones medidas en la región
	Uso Público	Riego Agrícola	Uso Público	Riego Agrícola	Promedio
	CE-CCA-001/89				
Arsénico	0.05	0.10	0.05	0.10	0.25
Cobre	1.00	0.20	1.00	0.20	0.19
Manganeso	0.10	-	0.05	0.20	0.15
Plomo	0.05	5.00	0.05	0.50	0.04
Hierro	0.30	5.00	0.30	5.00	0.09
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	1000	1000	1000	1000	1385.05
Coliformes totales (NMP/100 mL)					1835.30
Sólidos disueltos totales	500	500	500	500	878.23
Sulfatos	500	130	250	250	315.26
Nitratos (NO ₃ como N)	5.00		5.00	-	35.20
Nitritos (NO ₂ como N)	0.05		0.05	-	0.098
Cloruros	250	147.50	250	150	268.50
Conductividad		1.00			2.78

eléctrica (dS m^{-1})

Fuente: Elaboración propia con base en datos de laboratorio.

Se realizó una clasificación de acuerdo con los criterios de riego de uso agrícola que señala Richards (1982). Los resultados de los análisis muestran que los parámetros de conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), sulfatos, cloruros, coliformes totales y fecales sobrepasan en promedio el límite para uso agrícola. En la región de estudio sólo se analizaron metales como: plomo, manganeso, cobre, hierro y arsénico, debido al registro que existen en otros estudios respecto a la presencia de estos metales en la superficie del acuífero. Se pudo observar que existen concentraciones semejantes a las que se tienen registradas en otros estudios (Neri, 2008), y que en algunos casos estos contenidos de metales exceden los límites para el uso agrícola de acuerdo con las normas referidas. En lo que respecta a los niveles de nitratos y nitritos identificados, no se consideran restrictivos para uso agrícola dado que el nitrógeno encontrado en cualquiera de sus formas es transformado o absorbido directamente por las plantas para cumplir con sus funciones fisiológicas, sin embargo, para el consumo humano se considera un riesgo debido a la toxicidad de los nitratos. En este sentido se encontró que en promedio las concentraciones sobrepasan los límites permisibles de algunos parámetros, sin embargo, los pozos siguen operando para fines agrícolas con el riesgo de salud inminente, principalmente el relacionado con los coliformes totales. Por otra parte, en lo que se refiere a la CE que representa la salinidad del agua, más del 83 % de las muestras superan los $1000 \mu\text{mhos cm}^{-1}$, es decir más de un 1 dS m^{-1} y con un pH cercano a la neutralidad. En relación con la dureza y los contenidos de Ca y Mg (grados hidrotimétricos franceses), al estar relacionados entre sí, se observa que casi un 87% de las muestras son clasificadas como aguas duras al exceder de 180 mg L^{-1} de CaCO_3 . Con respecto a los nitratos, prácticamente un 85 % de las muestras superan el límite establecido para uso urbano, sin embargo, para el uso agrícola no tiene restricción.

Existen zonas de mayor concentración de SDT en los que excede el límite para el uso de riego agrícola. En este sentido, la elevada concentración de SDT puede ser explicada por la alta concentración de aniones y cationes expresada en términos de CE. Respecto al valor de la CE, los resultados no pueden ser correlacionados entre sí, debido a que sus características químicas proceden de diferentes aportaciones. En lo que respecta al contenido de sulfatos, sus características químicas proceden también de diferentes fuentes y aportaciones y sus concentraciones exceden el límite para el uso de riego agrícola.

En el caso de los coliformes fecales y totales, las muestras que excedieron los parámetros fueron obtenidas de pozos con agua proveniente de los mantos acuíferos. En este caso, el 90% de dichas muestras presentan problemas de coliformes y en todas ellas se excede el límite propuesto por la NOM-127-SSA-1994, lo que representa un problema potencial de salud.

Calidad del agua para riego de acuerdo con las propiedades químicas

De acuerdo a los resultados obtenidos con base en parámetros de CE, el índice de la Relación de Absorción de Sodio (RAS) para el agua de riego agrícola y las normas del personal del laboratorio de salinidad de los E.U (Richards, 1982), se consideran en su mayoría aguas altamente salinas y bajas en sodio, lo que restringe su uso para la agricultura, aunque se pueden usar en cultivos tolerantes a la salinidad y con buenas condiciones de drenaje, también pueden ser usadas con sistemas de riego que permitan mantener continuamente un bulbo de humedad en sus raíces. Su uso se debe de condicionar al manejo, tipo de cultivo y a su tolerancia a las sales. Sin embargo, Ayers y Westcot (1985) señalan que para los niveles encontrados en la región sólo existe un grado de restricción moderado para su uso en cultivos agrícolas. En general, no se encontraron restricciones por niveles de boro, cloruros o sodio.

Metales en agua y cultivos

Los análisis de concentración de algunos metales en el agua utilizada para el riego muestran que la absorción de los mismos por los cultivos puede ser muy variable en función del tipo de especie, debido principalmente a que cada cultivo tiene requerimientos específicos de cada elemento y la forma en la que se trastocan los elementos y son utilizados para sus funciones metabólicas también son distintos. Al respecto se encontraron concentraciones de metales como: As, Pb, Mn, Cu y Fe en diversos cultivos, mismos que fueron contrastados con los valores generales proporcionados por Jones (1998), quien señala que para el As un nivel de suficiente a tóxico será entre 1 y 1.7 mg kg⁻¹. En las pruebas realizadas no se encontraron niveles que excedan este valor; para el Pb los niveles son de 5 a 10 mg kg⁻¹, de igual manera los valores no exceden dichos límites; en el caso del Mn los niveles son de 20 a 300 mg kg⁻¹; para el Cu los niveles son de 5 a 30 mg kg⁻¹, en este caso sólo el epazote presenta un exceso de Cu, finalmente el rango normal generalizado para el Fe es de 100 a 500 mg kg⁻¹ lo que permite señalar que todos los niveles encontrados son normales para estos cultivos. Es importante señalar que las concentraciones de metales varían de acuerdo al tipo de cultivo, la calidad del agua y las condiciones del suelo, y que las plantas son receptoras pasivas de oligoelementos absorbidos por las raíces (Jones 1998). En este sentido es esencial prevenir la acumulación excesiva de metales en la cadena alimentaria (Bahemuka y Mubofu, 1999).

Los microempresarios de la bioregión de Atlixco

La mayor parte del valle está dedicado a la agricultura de riego; se siembran tanto cultivos anuales como semi-perennes. Al Noroeste, existe agricultura de temporal, es evidente la enorme deforestación que se ha producido en esta zona de pinos y cedros, para introducir una agricultura de subsistencia en suelos no aptos para estas actividades. La actividad agrícola en la bioregión no es homogénea, ya que las características del terreno, el suelo y la disposición de agua condicionan dicha actividad. En las tierras bajas, la problemática observada se concentra en: agotamiento por exceso de explotación, nula organización para afrontar los retos de la comercialización, riego en extensas zonas con

aguas contaminadas, carencia de una central de acopio y distribución regional, extrema fragilidad de los productores ante los acaparadores e intermediarios.

Existen al menos siete tipos de productores que se diferencian principalmente por su tamaño de explotación y especialización de cultivos en la zona de estudio. La gran mayoría de los productores son personas adultas mayores de más de 50 años y con un promedio de cuatro integrantes de familia. El 81% de los microempresarios están conscientes que el uso de agua contaminada para riego agrícola ocasiona afectaciones para su salud, baja rentabilidad, productividad y daños en sus parcelas y cultivos. La totalidad de los microempresarios señalan que el hecho de que rieguen sus cultivos con aguas contaminadas les ha creado mala reputación en lugares en donde comercializaban sus productos como en la central de abastos de la Ciudad de México, el mercado de Huixcolotla, en Oaxaca y en Puebla Capital. Lo que repercute en mermas y en ocasiones pérdidas importantes de su producción, o en el mejor de los casos ventas por debajo de sus costos de producción. En este sentido existe una correlación significativa con la utilización de agua contaminada para el riego de sus productos y la mala reputación de sus productos originando disminución en sus ventas y comercialización de sus productos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Correlaciones agua contaminada y reputación de sus productos

		Utiliza agua contaminada para regar sus productos	El uso de agua contaminada le ha traído como consecuencia mala reputación de sus productos
Utiliza agua contaminada para regar sus productos	Correlación de Pearson	1	0.469**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	200	200
El uso de agua contaminada le ha traído como consecuencia mala reputación de sus productos	Correlación de Pearson	0.469**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	200	200

**La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Otro aspecto correlacionado significativamente, es la baja en sus ventas y comercialización, el uso de agua contaminada para riego en la producción agrícola y la mala reputación de sus productos.

Cuadro 3. Correlaciones agua contaminada y reputación de sus productos

		Ventas y comercialización	Uso de agua contaminada para riego en la producción	Mala reputación de sus productos
Ventas y comercialización	Correlación de Pearson	1	-0.230*	0.229*
	Sig. (bilateral)	200	200	200
	N			
Uso de agua contaminada para riego en la producción	Correlación de Pearson	-0.230*	1	-0.211*
	Sig. (bilateral)	200	200	200
	N			
Mala reputación de sus productos	Correlación de Pearson	0.229*	-0.211*	1
	Sig. (bilateral)	0.029	0.044	
	N	200	200	200

**La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

En cuanto a la actitud de los microempresarios ante los efectos contaminantes que son generados en sus cultivos y en su salud ocasionados por el uso de aguas contaminadas, señalan que no pueden dejar de usar este tipo de agua y lo único que les queda es comprar más agroquímicos para combatir las plagas, asegurar su producción y seguir produciendo sus hortalizas y forrajes. En este sentido el 85% de los productores expuso desinterés ante esta problemática y el 15% restante mostró una actitud de preocupación e interés, debido a que consideran que dichos efectos finalmente afectan su ingreso económico.

Conclusiones

En promedio las muestras de agua excedieron los límites de coliformes fecales, sulfatos, sólidos totales y salinidad (expresada como conductividad eléctrica). Exceptuando las aguas con coliformes, estas pueden ser utilizadas en cultivos forrajeros u hortícolas bajo ciertas condiciones de manejo de riego, suelos y cultivos normales. En general, sólo cultivos sensibles a las sales podrían verse afectados en cuanto a su rendimiento. También en el caso de las muestras que excedieron el valor de 3 de la RAS, pueden tener problemas con el riego por aspersión, no así con el sistema de riego por goteo o de gravedad. Esto significa que dependerá en gran medida del cultivo, del manejo del agua o del sistema de riego para que pueda ser considerada una restricción el sistema agrícola actual.

En el caso específico de las aguas encontradas con coliformes fecales, sólo se deberían utilizar en cultivos forrajeros con las restricciones sanitarias que marcan las normas. Respecto a las concentraciones de nitrógeno (como nitratos) en agua para usarse en riego agrícola, no existe inconveniente en que presente concentraciones altas ya que el nitrógeno es aprovechado por los cultivos en su desarrollo. Sin embargo, se deben de tener presentes estos valores cuando se utilicen fertilizantes, ya que se considera que al utilizar $700\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de agua de riego, con una concentración de 25 mg L^{-1} de nitratos aportaría $40 \text{ kg de N por ha}$ al suelo, y puede ser factible un ahorro en el fertilizante y disminuir el riesgo de contaminación.

Los cultivos de la región de análisis de acuerdo con los resultados de este trabajo no están incorporando a sus tejidos un exceso de los metales analizados, dado que se encuentran en grados de suficiencia. Es necesario realizar un análisis más profundo con respecto a las repercusiones del consumo de agua de pozo para la salud. A este respecto es imperante la necesidad de analizar el sistema agua, suelo y planta en su conjunto a mayor detalle, con la finalidad de contar con estándares de calidad que les permitan a los microempresarios agrícolas producir hortalizas de mejor calidad y que cumplan con normas internacionales para el consumo humano.

Son varios los problemas que enfrentan los microempresarios de la bioregión de Atlixco, sin embargo, la contaminación del agua es un factor determinante de muchos de ellos como: la baja productividad agrícola; un mercadeo incipiente y comercialización en condiciones desventajosas; escaso control de precios (bajo poder de negociación); bajos precios de los productos; poca rentabilidad de los cultivos tradicionales; mala reputación no solo a nivel local y regional.

Finalmente podemos concluir que la hipótesis no se rechaza, debido a que el uso de agua contaminada que utilizan los productores de la región de Atlixco, Puebla en sus cultivos se influye en la mala reputación de sus productos, lo que origina una disminución en sus ventas y comercialización de sus productos. Todo esto se traduce en negocios agrícolas familiares con bajos ingresos, pocas oportunidades, pérdidas importantes de capital y bajos índices de desarrollo humano.

Referencias

- Ayers R.S. y Westcot D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Series. Roma.
- Baccaro K., Degorgue M., Lucca M., Picone L. y Zamuner E. 2007. Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola del Mar de la Plata. INTA, Argentina. RIA, vol. 35(3).
- Bahemuka T. E. y Mubofu E.B. 1999. Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in Dar es Salaam, Tanzania. Food Chem. 66, 63-66.
- Bate, S. and Lawler, K. 2007. “Environmentally friendly products; factors affecting their adoption”, Technovation, Vol. 17 No. 8, pp. 457-465.
- Cardona B. A. y Carrillo J.J. 1993. Elementos traza: contaminación y valores de fondo en aguas subterráneas de San Luis Potosí, México. Geofís. Int. 32, 277-286.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2009. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. Diario Oficial de la Federación. 27 de noviembre de 2009. México.
- Custodio, E. y Llamas, M. R. 1983. Hidrología Subterránea. Barcelona: Ed. Omega.
- Diario Oficial de la Federación. 1996. Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. Secretaría de Salud. México. México, D.F. 18 de enero de 1996.
- Gasson, R. and Errington, A. 2013. The Farm Family Business. Wallingford: CAB International.
- Gerrans, P.A. and Hutchinson, W.E. 2007. “Sustainable development and small and medium-sized enterprises: a long way to go”, in Hillary R. (Ed.), Small and Medium Sized Enterprises and the Environment: Business Imperatives, pp. 75-81, Greenleaf Publishing, Sheffield.
- Hall, J.K., Daneke, G.A. and Lenox, M.J. 2010. “Sustainable development and entrepreneurship: past contributions and future directions”, Journal of Business Venturing, Vol. 25 No. 5, pp. 439-448.
- INEGI, 1990. Gobierno del Estado de Puebla.
- Jones J.B. Jr. 1998. Plant nutrition manual. CRC Press LLC. Boca Raton, Fl.
- Lomelí, V. L. 2001. Breve historia de Puebla, Fondo de Cultura Económica, El Colegio de México, México, pp. 430.

- Luksha, P. 2008. "Niche construction: the process of opportunity creation in the environment", *Strategic Entrepreneurship Journal*, Vol. 2 No. 4, pp. 269-283.
- Molina Jose L., Raziye Farmani y John Bromley, 2009. *Aquifers Management through Evolutionary Bayesian Networks: The Altiplano Case Study Water Resour Manage* 25:3883–3909.
- Morris B.L., Laurence A.R.L., Chilton P.J.C., Adams B., Calow R.C. y Klinck B.A. 2003. *Groundwater lands its susceptibility to degradation: A global assessment of the problem and options for management. Early warning and assessment report series, RS 03-3. Unites Nations Environment Programme. Nairobi, Kenia.*
- Muñoz, H; Armienta, M. A; Vera, A y Ceniceros, N. 2004. Nitrato en el agua subterránea del Valle de Huamantla, Tlaxcala, México. *Revista Internacional Ambiental*. 20(3):91 – 97.
- Neri Ramírez, Efraín. 2008. *Efectos ambientales en la agricultura por el uso de aguas residuales del canal Chilguacán, Atlixco, Pue. Tesis de Maestría.*
- Ocampo Fletes, Ignacio, 2004. *Gestión Del Agua y Sustentabilidad de los Sistemas de Pequeño Riego. El Caso Del Canal San Félix, Atlixco, México. Tesis Doctoral.*
- Pacheco-Vega, J.M., M.A. Cadena-Roa, M.P. Sanchez-Saavedra, Tovar-Ramírez & C. Rangel-Dávalos. 2010. Effect of culture medium and nutrient concentration on fatty acid content of *Chaetoceros muelleri*. *Rev. Latinoam. Biotecnol. Amb. Algal*, 1: 6-15.
- Qureshi M Ejaz, Andrew Reeson, Peter Reinelt, Nicholas Brozović y Stuart Whitten, 2012. Factors determining the economic value of groundwater en *Hydrogeology Journal* 20: 821–829
- Richards I.A. 1982. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de agricultura número 60. USDA. Estados Unidos de América*
- SEMARNAT, CNA, 2011. *Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua, Semarnat, México.*
- Shepherd, D.A. and Patzelt, H. 2011. "The new field of sustainable entrepreneurship: studying entrepreneurial action linking „what is to be sustained“ with „what is to be developed“", *Entrepreneurship, Theory and Practice*, Vol. 35 No. 1, pp. 137-163.