

# REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LA CIUDAD DE HUANÍMARO CON APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA BAJO UN ESQUEMA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL

Bárbara Andrea Martínez Félix (1), Ricardo González Barbosa (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Ambiental, División de Ciencias de la Vida] | [barbaramf17@hotmail.com]

2 [Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [gonzalezbarric@gmail.com]

## Resumen

Frente a las altas tasas de extracción y poca recarga del acuífero de Irapuato-Valle de Santiago, la reutilización de las aguas residuales tratadas en agricultura y el intercambio de aguas de segundo uso por aguas de primer uso es una alternativa de solución que requiere adicionalmente un diagnóstico social para la adopción de la reutilización. Se verificó la calidad del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el reuso en tres áreas agrícolas susceptibles del Municipio de Huanímaro; sin embargo, los parámetros de Coliformes fecales y el Nitrógeno total no cumplen con NOM-001-SEMARNAT-1996. El diagnóstico social reflejó que se tiene escaso conocimiento del reuso de las aguas residuales en agricultura, nulo respecto a su calidad del efluente, y muy básico acerca de la tecnificación en riego por lo que se requiere de capacitación. En el proyecto se visualiza una disposición a la actualización de tecnológica en riego, al reuso de aguas tratadas, pero no al intercambio de agua de segundo uso por agua de primer uso, a menos que exista una de situación de escasez o por un ahorro económico de los usuarios agrícolas.

## Abstract

To deal with high rates of extraction and low recharge of the Irapuato-Valle de Santiago aquifer, the reuse of treated wastewater in agriculture and the exchange between second-use water by first-use water are a solution that require an additional social diagnostic for the adoption of the reuse. The quality of effluent was verified to be reused in three susceptible agriculture areas in the municipality of Huanímaro, however, the parameters of fecal coliforms and total nitrogen do not have the quality of the Mexican normativity NOM-001-SEMARNAT-1996. The social diagnostic reflected there are a scarce knowledge about the reuse of treated wastewater in agriculture, an absent knowledge about the quality of the effluent and a basic knowledge of irrigation technification, therefore capacitation is necessary. Within the project it can be visualized a disposition by farmers to update irrigation technology, to the reuse of treated wastewater, but no to the exchange between second-use water by first-use water, unless that it exists a shortages or by a cost saving of the agricultural users.

## Palabras Clave

1; Reuso 2; Aguas residuales tratadas 3; Intercambio de aguas 4; Adopción agrícola

## INTRODUCCIÓN

La finalidad del tratamiento de las aguas residuales consiste en la eliminación o remoción de los contaminantes químicos y biológicos de las aguas residuales municipales [1] para disponer de un agua tratada de mayor calidad respecto a las aguas negras. Las aguas residuales tratadas constituyen un recurso no natural que es posible de reutilización o segundo uso con el objetivo la disminución del consumo de agua de primer uso.

El acuífero Irapuato-Valle de Santiago del Estado de Guanajuato hoy en día presenta una sobreexplotación, debido a las altas tasas de extracción de agua subterránea y a la poca recarga del mismo. Anualmente se extraen del acuífero 654.9 millones de m<sup>3</sup> de agua potable, de los cuales 82.13% se destina al sector agrícola, 7.24% para el sector industrial y 9.82% es utilizado para el abastecimiento de la población. La recarga anual del acuífero es de 414.77 millones de m<sup>3</sup>, lo que indica un balance hídrico negativo dentro del acuífero Irapuato-Valle de Santiago, de 255 millones de m<sup>3</sup>/año [2].

La reutilización de las aguas residuales tratadas en la agricultura representa una alternativa de solución para disminuir el consumo de agua subterránea, sin embargo cuestiones importantes que se debe cumplir antes de su reuso son: calidad del agua, salud pública, aceptación pública, tipo de cultivos permitidos, cambios en los esquemas de reuso y comerciabilidad de los cultivos [3].

La reutilización agrícola de las aguas tratadas evaluadas desde un aspecto técnico, requiere de cuatro importantes medidas para la protección de la salud que se centran en el tratamiento del agua, restricción de cultivos (cultivos de talle alto, que no se consuman en crudo), control de la aplicación de las aguas residuales tratadas (sistemas de riego localizados) y la calidad del agua [4].

La evaluación socioeconómica y cultural para proyectar el reuso de las aguas residuales tratadas involucra factores claves sobre la sensibilidad y generación de demanda de este recurso hídrico. Primeramente identificar zonas de usuarios potenciales y los usos requeridos. Determinar la aceptación y participación social a este tipo de proyectos en la agricultura [5] pues adoptar

nuevas tecnologías de riego agrícolas y el uso de cultivos restringidos es estrictamente necesario.

La implementación de esta nueva metodología no solo trae beneficios ambientales y sociales a los usuarios del proyecto, se genera una oportunidad de intercambio de aguas residuales para aguas de primer uso, pues la perspectiva a futuro por parte de las instituciones gubernamentales mexicanas es irrigación en la agricultura con aguas tratadas [6].

## MATERIALES Y MÉTODOS

1. Determinar si las aguas residuales tratadas en el municipio de Huanímaro son apropiadas para la implementación en sistemas de riego agrícola a través de los análisis certificados de la calidad del agua del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Municipio de Huanímaro proporcionados por el Organismo Operador del Agua del Municipio.
2. Ubicar a los usuarios agrícolas susceptibles al proyecto ejecutivo.
3. Diseñar cuestionarios para la recopilación de información de 4 importantes divisiones: datos socio-económicos, datos de la agricultura actual, adopción de tecnificación en riego y reuso de las aguas residuales tratadas.
4. Aplicar cuestionarios de “Adopción de tecnología agrícola y reuso de aguas residuales tratadas” en zonas agrícolas del acuífero Irapuato-Valle de Santiago.
5. Análisis estadístico de las respuestas obtenidas en los cuestionarios para emitir el diagnóstico y perspectiva actual.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los certificados de calidad del efluente de la PTAR de Huanímaro cumplen con la normatividad mexicana la NOM-001-SEMARNAT-1996 donde se establece los límites permisibles de los contaminantes en las descargas de agua residual tratada para riego no restringido, a excepción de

los parámetro de Coliformes fecales con resultado de 2400 NMP/100 mL y Nitrógeno total con 63,66 mg/L cuando sus límites permisibles son de 2000 NMP/100 mL y 60 mg/L respectivamente. El exceso de los Coliformes fecales se presentó por la ausencia de un tratamiento de cloración que permitiera la desinfección del efluente. Y el exceso de Nitrógeno total en el efluente representa una fuente de nutriente agrícola. De acuerdo con Umaña [7] que llevo a cabo el análisis el estudio del reuso de aguas tratada para riego agrícola en una parcela de cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) los resultados de su estudio sugieren que la aplicación de aguas residuales tratadas es una práctica eficiente para el aprovechamiento de nutrientes. Sin embargo las descargas del efluente deben de ser específicamente en cuanto a la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para poder ser utilizado en riego agrícola y en la ejecución del proyecto.

Los agricultores susceptibles a la integración del proyecto de reuso de aguas residuales tratadas, fueron tres localizados en torno a la PTAR, cada uno con 1 hectárea de su zona agrícola para el proyecto ejecutivo.

Se generaron 18 encuestas a personas de zonas rurales dueños de tierras agrícolas en el acuífero de Irapuato-Valle de Santiago. La actividad económica principal del 94% de la población encuestada basa su actividad económica en la agricultura donde su ingreso familiar mensual se estima entre \$ 4,000.00 y \$8,000.00 NMX. El grado de rezago académico en las zonas rurales donde se aplicó las encuestas refleja que el 28% no tiene ningún grado de estudios y solo el 5% tiene la educación básica de acuerdo a la imagen 1.

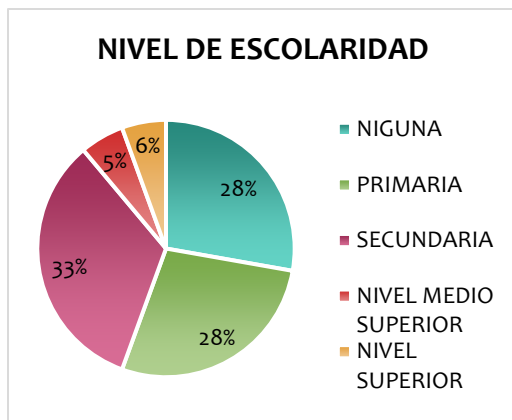


IMAGEN 1: Porcentajes de nivel de escolaridad dentro del acuífero Irapuato-Valle de Santiago.

En la imagen 2 se puede observar que los cultivos predominantes son el Sorgo, Maíz y Trigo, que concuerdan con los cultivos agrícolas predominantes del Estado de Guanajuato de acuerdo a las estadísticas de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.



IMAGEN 2: Cultivos actuales en el acuífero Irapuato-Valle de Santiago.

En todos los casos el origen del agua para riego es de procedencia subterránea, donde el 83% afirma tener riego por gravedad en su práctica agrícola. La permanencia del tipo de riego se distingue por 3 causas identificadas por el agricultor, sin embargo la falta de recursos económicos es la que tiene más importancia para continuar irrigando de esta manera (imagen 3).

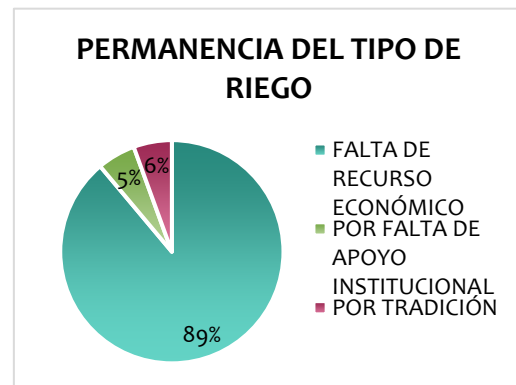


IMAGEN 3: Causas de la permanencia del tipo de riego identificadas por el agricultor.

Actualmente ningún entrevistado lleva acabo la cuantificación de los volúmenes de agua utilizados en riego, esta es una característica muy distintiva para conocer los avances en la cuestión de adopción agrícola. Las dos prácticas agrícolas más importantes resultaron en agricultura tradicional y agricultura de conservación, con el 39% de la muestra y el 61% respectivamente.

El 61% de los agricultores está asociado para la comercialización de sus productos y el 39% restante no lo está. Los destinos de producción indican que el consumo humano es el mercado de consumo principal, seguido del consumo animal, uso agroindustrial y por último el autoconsumo. En la imagen 4 se observa el mercado de comercialización de los productos, la mayor parte se comercializa localmente, esto quiere decir en las inmediaciones del municipio.

El diagnóstico generado por las encuestas relativo a la adopción de tecnificación en riego aportó que, se tiene un conocimiento deficiente en el área de riego tecnificado, lo anterior de acuerdo a la perspectiva de los agricultores es causado por la falta de recurso económico, falta de capacitación y por el grado de escolaridad. Sin embargo el 100% de los agricultores entrevistados aceptan una actualización en riego por que están conscientes de los beneficios que obtienen al modernizarse en esta tecnología, como la disminución del consumo de agua e insumos, ahorro económico y aumento de la productividad.

La reutilización de aguas residuales tratadas en riego agrícola es una nueva práctica agrícola entre los agricultores, el 78% conocen que son las aguas residuales tratadas, pero el 94% desconoce los parámetros de calidad de las aguas residuales tratadas necesarios para su reuso y la mitad de los encuestados tiene el conocimiento de los riesgos potenciales respecto a la reutilización. No obstante 78% de los encuestados aceptan el reuso del agua residual tratada en la agricultura con el uso de cultivos restringidos y con la calidad de agua necesaria.

Las razones que los orillarían a optar por el reuso en el sector agrícola se centran en si el precio de agua tratada fuera más bajo que el precio que pagan actualmente por la obtención de recurso hídrico, el aporte de nutrientes en esta agua residual tratada o si ocurriera un agotamiento de su fuente actual de agua.

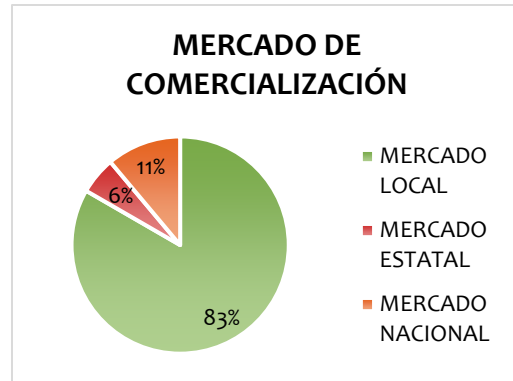


IMAGEN 4: Línea de comercialización de los cultivos en el acuífero Irapuato-Valle de Santiago.

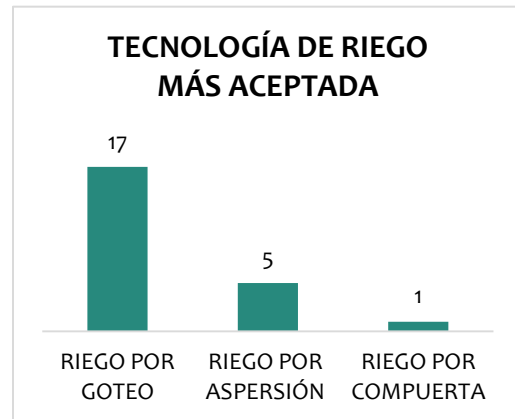


IMAGEN 5: Tecnología en riego más aceptada.

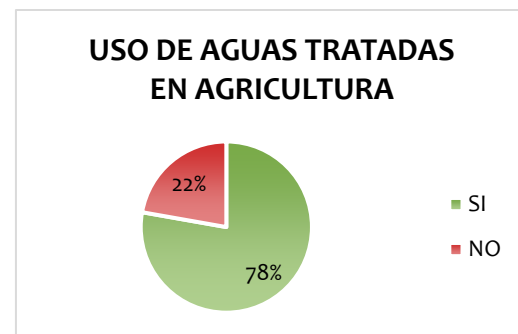


IMAGEN 6: Aceptación del reuso de agua residual tratada para riego agrícola en el acuífero Irapuato-Valle de Santiago.

La perspectiva de intercambio de aguas de segundo uso por aguas de primer uso fue en un 65% rechazada por los agricultores.

## CONCLUSIONES

Se requiere del cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996 en la calidad de agua residual para poder ser empleado en riego agrícola y disminuir los riesgos a la salud humana. Se localizaron 3 usuarios agrícolas potenciales para el reuso de las aguas residuales provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Huanimaro.

Las características socioeconómicas de los agricultores del acuífero Irapuato-Valle de Santiago indican un alto rezago educativo y generan un salario entre los \$4,000.00 y \$8,000.00 NMX, aunque se desconoce que cuantas personas es este sustento. Sus cultivos se comercializan de manera local y su práctica agrícola es tradicional y de conservación, debido a la falta de recursos económicos.

La seguridad sanitaria de los cultivos requiere de capacitación entre los agricultores de la región ya que su conocimiento es nulo respecto a la calidad de las aguas tratada para poder ser reutilizados sin embargo, las posibilidades de adopción del reuso en agricultura se incrementan ya que los cultivos predominantes del diagnóstico son los granos, que cumplen como cultivo restringido. Para la aplicación del agua tratada se requiere de un riego localizado, el cual dentro de los agricultores encuestados del acuífero Irapuato-Valle de Santiago es nulo y muy escaso el conocimiento en esta tecnología, por lo que se requiere capacitación técnica para la ejecución de proyectos. Se tiene completa aceptación en actualización de tecnología agrícola, y se requiere impulsar proyectos que ofrezcan los sistemas de riego localizado, ya que por medios propios el factor económico es un impedimento. La perspectiva de adopción agrícola del reuso de las aguas tratadas dentro el acuífero Irapuato-Valle de Santiago requiere de capacitación e introducción al tema para la implementación futura de esta metodología ya que si existe una aceptación pero, se requiere de un análisis y propuestas que incentiven el intercambio de aguas de segundo uso por aguas de primer uso, ya que en el diagnóstico implementado se muestra un rechazo

y la adopción de esta práctica solo sería bajo condiciones de escasez o por un ahorro económico.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Técnico de Aguas de Irapuato-Valle de Santiago A.C. y al Organismo Operador del Agua del Municipio de Huanimaro por las facilidades otorgadas y el apoyo siempre brindado.

## REFERENCIAS

- [1] Manahan, S.E. (2006). Introducción a la química ambiental (1era ed.) Barcelona, España: Reverté Ediciones.
- [2] Lesser y Asociados. (2000). Seguimiento del estudio hidrogeológico y modelo matemático del Acuífero de Irapuato-Valle de Santiago- Huanimaro Gto. México: Comisión Estatal del Agua Guanajuato.
- [3] Winpenny, J. Heinz, H. Koo-Oshima, S. (2013). Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?. Informe sobre temas hídricos FAO, 35, 2-3. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/017/i1629s/i1629s.pdf>
- [4] World Health Organization. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. World Health Organization Technical Report Series, 778, 34-35. Recuperado de [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_778.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_778.pdf)
- [5] Cabalheiro, P. Dockweller, M. Rojas, P. (2014). Modelo Integral de Sostenibilidad de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con Reuso de Aguas Tratadas (2da ed.). La Paz, Bolivia: SNV.
- [6] Comisión Nacional del Agua. (2014). Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (1era ed.). México DF: Comisión Nacional del Agua.
- [7] Uñama, E. (2007). El reuso de aguas residuales para riego en un cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Una alternativa ambiental y productiva. La Calera, 7(8), 25-26. Recuperado de <http://www.revistasnicaragua.net.ni/index.php/CALERA/article/view/112/111>