

ISSN: 2007-2112

PUBLICACIÓN SEMESTRAL, AÑO 9,
NÚMERO 18/ 2017
REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
DE LA FACULTAD DEL HÁBITAT DE LA UASLP.
PRECIO EN MÉXICO: \$60.00
EN EL EXTRANJERO: 8.00 USD



H+D

HÁBITAT MAS DISEÑO



DIRECTORIO

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Manuel F. Villar Rubio
Rector

Anuar Abraham Kasis Ariceaga
Secretario general

Luz María Nieto Caraveo
Secretaría académica

Fernando Toro Vázquez
Secretario de investigación

Facultad del Hábitat

Daniel Jiménez Anguiano
Director

María Alejandra Cocco Alonso
Secretaría académica

María Elena González Sánchez
Coordinadora del posgrado de la Facultad del Hábitat

Benjamín Fidel Alva Fuentes
Coordinador de Investigación de la Facultad del Hábitat

Ilse Itzel Oliva Herrera
Ismael Posadas Miranda García
Diseño editorial
CEDEM, Centro de Diseño Editorial
Multimedia, Facultad del Hábitat

Ruth Verónica Martínez Loera
Editora

Eulalia Arriaga Hernández
Redacción

Mtra. Ana Luisa Oviedo Abrego
Traducción al Inglés

Mtra. María del Huerto Bettini
Traducción al Portugués

H+D HÁBITAT MAS DISEÑO, año 9, número 18, julio-diciembre 2017, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, Centro Histórico, C.P. 78000. San Luis Potosí, S.L.P. A través de la Facultad del Hábitat por medio del Instituto de Investigación y Posgrado del Hábitat. Con dirección en: Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290. San Luis Potosí, S.L.P. Tel. 448-262481. <http://habitat.uaslp.mx>, Editora responsable: Ruth Verónica Martínez Loera. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120716055100-102, ISSN: 2007-2112. Licitud de Título y Licitud de Contenido: 15577. Registrada en el Catálogo y Directorio LATINDEX ISSN-L 2007-2112 e indexada en: EBSCO México, Inc. S.A. de C.V. Impresa en los Talleres Gráficos Universitarios, Av. Topacio esq. Blv. Río Españita s/n, Fracc. Valle Dorado, C.P. 78399, San Luis Potosí, S.L.P. Distribuida por la Facultad del Hábitat con dirección en Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290. San Luis Potosí, S.L.P. Este número se terminó de imprimir en el mes de diciembre del 2017 con un tiraje de 1000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad del Hábitat.

COLABORADORES EN ESTE NÚMERO

zJosé Rosillo Martínez
Moisés Braulio García Martínez
Filiberto Adrián Moreno Mata
María Elena Molina Ayala
Lisandra Cuesta Vasallo
Jesús Ramírez
Mitzitli Alanis Peñaloza
María Gabriela Villar García
Alejandro Navarro González
Gerardo Hernández Neria,
Miguel Ángel Rubio Toledo.

COMITÉ EDITORIAL Y DE ARBITRAJE

Dr. Félix Beltrán Concepción

Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

Dra. Luz del Carmen Vilchis Esquivel

Universidad Autónoma de México

Dra. Eugenia María Azevedo Salomao

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dr. Luis Alberto Torres Garibay

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dr. Héctor Fernando García Santibáñez Saucedo

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Ricardo Villasis Keever

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

M.E. Ana Luisa Oviedo Abrego

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

MCH. María Graciela Cano Celestino

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

MEU. Benjamín Fidel Alva Fuentes

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Mtra. Norma Alejandra González Vega

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Los artículos publicados en H+D HÁBITAT MAS DISEÑO son sometidos a un estricto arbitraje de pares ciegos.

EL AGUA RESIDUAL TRATADA Y EL AGRICULTOR DE SANTA MARÍA DEL RÍO

TREATED WASTEWATER AND THE FARMER
FROM SANTA MARIA DEL RÍO

A ÁGUA RESIDUAL TRATADA E O
AGRICULTOR DE SANTA MARÍA DEL RÍO

JOSÉ ROSILLO MARTÍNEZ
MOISÉS BRAULIO GARCÍA MARTÍNEZ
FILIBERTO ADRIÁN MORENO MATA

Palabras Clave

Agua residual tratada; riego agrícola; agricultores; cultivos.

RESUMEN

El aumento de la necesidad de obtener agua para riego agrícola, ha dado pauta para que el agua residual tratada sea un recurso hídrico de mucha importancia para este fin, sobre todo, en zonas periurbanas de grandes ciudades o poblaciones rurales. Este trabajo pretende mostrar que no solamente es cuestión de construir un sistema de tratamiento del agua para beneficio de la población e informar que el sistema se encuentra en operación para el aprovechamiento del agua residual tratada que deriva de este, entrevistando a los potenciales agricultores usuarios de esta agua para poder conocer qué tanto saben ella. Se presentan varios puntos como son: los beneficios de utilizar agua tratada, las precauciones al usarla y al consumir los cultivos producidos, la eficiencia en su manejo. Al desarrollar el análisis de las entrevistas se podrá concluir si éstos agricultores tienen el conocimiento de cuáles son las características y propiedades, qué precauciones tomar, qué cultivos regar y de qué manera conducir el agua residual tratada para el riego agrícola.

Keywords

Treated wastewater; Agricultural irrigation; Farmers Crops.

ABSTRACT

The increase in the need to obtain water for agricultural irrigation has provided a guideline for the wastewater treatment to be a water resource of great importance to this end, especially in peri-urban areas of large cities or rural populations. This work aims to show that not only is it a question of building a water treatment system for the benefit of the population and reporting that the system is in operation for the use of treated residual water derived from this, interviewing potential farmers who are users of this water to know how much they know. Several points are presented: the benefits of using treated water, the precautions when using it and when consuming the crops produced, the efficiency in their handling. In developing the analysis of the interviews it will be possible to conclude if these farmers have the knowledge of the characteristics and properties, what precautions to take, what crops to irrigate and how to lead the treated residual water for irrigation Agricultural.

RESUMO

Palavras-chave
água residual tratada, irrigação agrícola, agricultores, cultivos.

O aumento da necessidade de obter água para irrigação agrícola, tem dado a pauta para que a água residual tratada seja um recurso hídrico de muita importância para este fim, sobretudo, em zonas de periferia de grandes cidades ou populações rurais. Este trabalho pretende mostrar que não somente é questão de construir um sistema de tratamento de água para benefício da população. É necessário informar que o sistema se encontra em operação para o aproveitamento da água residual tratada que deriva deste, entrevistando aos potenciais agricultores usuários desta água para poder conhecer quanto sabem acerca dela. Se apresentam vários pontos como: os benefícios de utilizar água tratada, as precauções ao usá-la e ao consumir os cultivos produzidos, a eficiência para lidar com ela. No desenvolvimento do análise das entrevistas se poderão concluir se estes agricultores têm conhecimento de quais são as características e propriedades, quais as precauções a tomar, quais os cultivos a regar e de que maneira dirigir a água residual tratada para irrigação agrícola.

INTRODUCCIÓN

Santa María del Río es la ciudad cabecera del municipio con mismo nombre perteneciente al estado de San Luis Potosí, México; Ubicada a 46 kilómetros de la capital potosina sobre la carretera San Luis-Querétaro (figura 1).



Esta población cuenta con una planta tratadora de aguas residuales ubicada al oriente de la mancha urbana en donde se encuentran tierras que se han utilizado, desde hace muchos años, para el cultivo de variados productos (figura 2).

La falta de agua ha provocado que la mayoría de los agricultores hayan emigrado y abandonado las parcelas ahora, con una planta tratadora cuyo efluente ha sido destinado para el riego agrícola, estos trabajadores del campo vuelven a tener interés en la producción agrícola regando con aguas tratadas pero, ¿Qué tanto saben estas personas sobre el agua residual tratada?

REUSO DE AGUA

En el contexto urbano, se ha intensificado el desarrollo agropecuario, donde el riego juega un papel de gran importancia, sin embargo, la disponibilidad de agua de buena calidad para riego es escasa, situación que exige de fuentes alternativas para estos fines, la que se impone el reuso de aguas residuales urbanas (Montero, Cun, Pérez, Ricardo y Herrera, 2009) (figura 3).

El riego consume la mayor parte del agua que se extrae (frecuentemente la mitad o más) como resultado de la evaporación, incorporación a los tejidos de las plantas y transpiración de los cultivos. Los cultivos tienen requerimientos específicos de agua, y estos varían dependiendo de las condiciones climáticas locales (Zamora, Fenech, Ruiz, Pérez, y López, 2007).

Como consecuencia de la demanda de agua, se han desarrollado varios proyectos de recuperación y reutilización de aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1996).

Figura 1.

Localización del municipio de Santa María del Río. Fuente: Monografías municipales www.sanluispotosi.gob.mx.

Algunas posibilidades que ofrece la utilización de aguas residuales en el riego de los cultivos como son: aumento del 20% de productos agrícolas frescos, ahorro del 10% de fertilizante y disminuye al 60% los gastos por concepto de transportación y otros insumos. (Pérez y Hernández, 2007).

La Asociación de Riego de los EEUU, (Irrigation Association, 2002) consideró en su último Congreso del 2002, que para satisfacer el crecimiento en el uso del agua en la agricultura, previsto a nivel mundial para el 2025 un punto muy importante a tratar, aparte de otros más, será el Incrementar el uso de aguas residuales tratadas o recicladas.

El uso de aguas residuales tratadas es una alternativa viable de ser empleada en el riego en zonas periurbanas y próximas a las plantas de tratamiento o lagunas de oxidación, siempre considerando los factores básicos para el diseño del sistema de riego, como son el suelo, la topografía, el agua, el clima y el cultivo, teniendo en cuenta y cumpliendo las exigencias medioambientales de la región (Roque, Alemán y Rovirosa, 2006).

Las propuestas que se consideran necesarias para alcanzar la plena práctica del reuso:

- Definir claramente las funciones de los organismos involucrados, haciendo hincapié en los roles respecto al control. Fijar puntualmente qué institución se encargará de la vigilancia de la calidad de los líquidos tratados, de los cultivos que se riegan, del acatamiento de los tiempos post cosecha, de las medidas de higiene en los trabajadores rurales, entre otros.
- Promocionar el rol del Organismo Administrador del Agua de Riego, hacerlo conocer entre los regantes e instituciones.
- Estimular y propagar los estudios sobre los potenciales riesgos del reuso agrícola.
- Divulgar los resultados entre los organismos involucrados, regantes y consumidores.
- Capacitar a los usuarios en el manejo de efluentes cloacales tratados, a los efectos de optimizar su uso y evitar problemas sanitarios. Un medio efectivo puede ser a



SECTOR	USOS
Municipio	Limpieza de vías y andenes Riego de parques y jardines Refrigeración Fuentes decorativas Sistemas contra incendios Suministros alternativos Agua potable
Agricultura	Riego
Ganadería	Consumo Refrigeración
Paisaje y medio natural	Recuperación de marismas Riego Aguas libres Recuperación de zonas baldías Sistemas contra incendios
Acuicultura	Crecimiento de peces Crecimiento de algas
Caudal ecológico	Ríos y lagos Mantenimiento de marismas
Minería	Arrastres Limpiezas
Recargas de aguas subterráneas	Recarga/almacenamiento

través de cursos de educación ambiental y charlas sobre medidas de prevención en las reuniones de regantes.

- Se debe considerar la ampliación del número de regantes.
- Invertir en correctas obras de ingeniería en la planta de tratamiento, teniendo en cuenta el incremento paulatino y futuro de la región (Grosso, 2008).

Para establecer una reglamentación del reuso de aguas residuales es necesario tener en cuenta algunas implicaciones socioeconómicas derivadas del reuso y que presentan una gran influencia en el desarrollo de la región. Consideraciones socioeconómicas en el reuso de agua: reuso y comercio, reuso y salud y reuso y empleo (Manga, Logreira y Serralt, 2001).

Figura 2.

Planta tratadora.

Fuente: fotografía tomada en el lugar de estudio.

Figura 3.

Usos posibles del reuso del agua.

Fuente: Manga et al., 2001.

AGUAS TRATADAS

Existe gran variedad de sistemas que pueden ser aplicados para el tratamiento de aguas residuales; La tecnología de tratamiento que se pretenda instalar para reusar las aguas residuales en riego agrícola debe tener en cuenta:

- Tipo de cultivo (pueden asimilar diferentes calidades de agua) Técnicas y sistemas de riego (contenido de partículas que pudieran bloquear o tapar las boquillas u orificios de salida).
- Contenido de nutrientes exigidos (para eliminar o reducir el uso de productos agroquímicos).
- Manejo laboral de las aguas residuales y del riego para la protección de los agricultores (contenido de patógenos) (Veliz, Llanes, Fernández y Bataller, 2009).

Las aguas residuales tratadas pueden reutilizarse para el riego en la agricultura, lo cual puede resolver principalmente los problemas de carencia de aguas. (Roque et al., 2006).

Se sabe que los efluentes domésticos tratados tienen un importante valor de uso directo cuando son utilizados como insumo en la producción agrícola, lo que incluye su potencial como fertilizante. Sin embargo, la incidencia del uso de este tipo de agua en el desarrollo de malezas es uno de los aspectos económicos que se ha destacado como negativo para los cultivos (Tozzi, Fasciolo y Gabriel, 2004).

SANIDAD

Además de las aguas naturales, existen aguas que tienen su origen en los residuos producidos por la actividad doméstica, industrial y agrícola, teniendo como consecuencia una serie de alteraciones físico-químicas en el receptor hídrico a lo cual llamamos contaminación, la cual tiene o puede tener graves repercusiones para la salud y el medio ambiente (Alfaro, Sánchez, Calderón y San Pedro, 2002).

Para la Organización Mundial de la Salud, más del 20% de las enfermedades que afectan a la humanidad, especialmente a los niños, están di-

recta o indirectamente relacionadas con la contaminación del agua (Bruschi, Chartuni, de Lima, Mota y Alves, 2005).

Para proteger el ambiente y para prevenir en la población la generación de enfermedades de origen hídrico o por la existencia de condiciones deficientes de saneamiento, se hace necesario conseguir la participación activa de la comunidad. Entiéndase a esta participación como el resultado de un proceso educativo que ha logrado en cada individuo una cultura Sanitario-Ambiental y una actitud responsable frente a los servicios de saneamiento y a su ambiente, convirtiéndolo en un elemento activo en la solución de los problemas y en la sostenibilidad de los servicios. (Tirado, Vigo y Meza, 1995).

La carencia de mecanismos de control y la ausencia de políticas de educación al regante, sólo potencian los riesgos de la práctica, limitando los alcances del reuso y principalmente, poniendo en peligro la salud de quienes consumen los productos regados y de la mano de obra rural que trabaja con el efluente (Grosso, 2008).

Si se presentan enfermedades, por causa de una calidad deficiente del agua o por consumo de frutas o vegetales contaminados, las consecuencias podrían ser graves generando problemas de salud pública que repercuten en el bienestar de la población y en su economía. Por lo que es necesario garantizar buenas condiciones sanitarias, que por consecuencia garanticen la salud de las personas que están en contacto directo o indirecto con las aguas de reuso (Manga et al., 2001).

Se pueden tomar cuatro medidas principales para proteger la salud al aprovechar las aguas residuales en uso agrícola:

- Tratamiento de las aguas residuales.
- Restricción de cultivos.
- Control de los diferentes empleos de las aguas residuales.
- Control de la exposición a las mismas y fomento de la higiene.

Estas medidas pueden integrarse de diversas maneras para evitar la transmisión de patógenos; sin embargo, de éstas, el tratamiento de las aguas residuales y la restricción de los cultivos han sido

las más ampliamente utilizadas en los sistemas de aprovechamiento controlado (Grosso, 2008).

EFICIENCIA

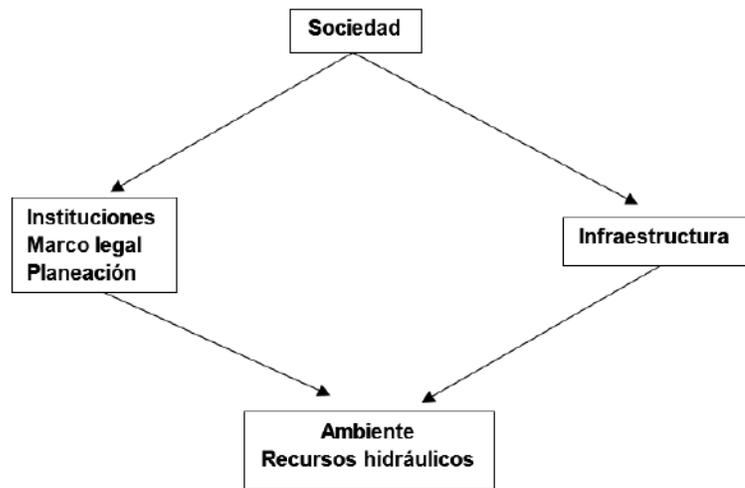
Se entiende por eficiencia, la perfección de los sistemas de distribución, transporte y aplicación para evitar pérdidas, y la reutilización de aguas. Esta última alternativa destaca el concepto de aguas residuales (Fasciolo y Bertranou, 2001).

Las tecnologías sostenibles o apropiadas, son tecnologías de bajo costo que se evalúan según la población a la que van a atender. Estas tecnologías influyen en el desarrollo de la comunidad estimulando la participación, aumentando los conocimientos técnicos de sus miembros y creando un sentimiento de propiedad de la tecnología, propiciando un mayor interés en su mantenimiento (Morató, Subirana, Gris, Cameiro y Pastor, 2006) (figura 4).

Los tratamientos de las aguas constituyen una solución para el uso y reuso de las aguas que disponemos, con ello se impide la formación de costras y o sedimentación en los sistemas de riego localizado, permitiendo mayor durabilidad de los mismos, permitiendo además estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos e incrementos en los rendimientos y la calidad de los mismos. Se precisa la necesidad de validar tecnologías que permitan mejorar la calidad del agua con que se riega y que los resultados puedan ser aplicados en el contexto urbano y rural (Duarte, Guevara y Méndez 2004).

Cada proyecto de reuso de agua debe tener en cuenta las características del agua residual, el tipo de tratamiento de ésta, la calidad requerida en el uso posterior del agua y las condiciones naturales de la zona. Por lo que, cada proyecto de reuso de agua debe de llevarse a cabo en el sitio de aplicación, con el fin de escoger la tecnología que más se adapte a las condiciones económicas, ambientales y sociales de la zona (Manga et al., 2001).

El uso productivo del agua para la producción agrícola y el desarrollo rural deberá mejorar continuamente para satisfacer los objetivos de la producción de alimentos, el crecimiento económico y el ambiente. Esto requiere la progresiva modernización del manejo del agua en la agricul-



tura, de tal forma que ofrezca una mejor respuesta a la demanda y también que se adapte mejor a las condiciones locales climáticas, ambientales y socioeconómicas (Zamora et al., 2007).

Sin duda alguna, las plantas de tratamiento de aguas residuales son herramientas tecnológicas muy importantes para contribuir en la preservación del medio ambiente, en el reúso del agua y al control de enfermedades, particularmente las gastrointestinales (Morgan, Revah y Noyola, s.f.).

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, se realizó un recorrido por la zona de riego para identificar a las personas que se dedican a la agricultura.

Se elaboró, como instrumento, una entrevista de diez preguntas y se les aplicó a una muestra de quince agricultores, es importante mencionar que muchas de las tierras de cultivo están abandonadas por la falta de agua para riego y, que: el 100% de los entrevistados son agricultores, esta cantidad de personas representa el 18% del universo de productores de la zona, el 27% de los entrevistados hacen uso del agua residual tratada y el resto, el 73%, no la utilizan debido a diferentes causas, principalmente a la falta de una adecuada distribución y manejo de las aguas tratadas por parte de las autoridades; por desconocimiento o falta de cultura de la gestión del agua.

Las entrevistas se realizaron durante tres visitas que se hicieron a la zona de estudio (figura 5), las cuales se analizaron por medio de “análisis de discurso”.

Figura 4. Componentes principales de un sistema sustentable Fuente: Cervera, 2007.



Figura 5.
Áreas de estudio
Fuente: Google Earth.

DESARROLLO

Se tomaron las respuestas de los quince entrevistados y se realizó un “análisis de discurso” obteniendo la interpretación de los resultados de acuerdo a los reactivos aplicados siguiente:

¿Es usted dueño o encargado de la parcela?

Nos damos cuenta que la relación que existe entre el trabajador y las tierras de cultivo es de varios tipos. Uno es ser mediero, lo que significa que es el que va a medias con otro, en este caso, es la persona que trabaja la parcela y por lo general va a medias con el dueño de dicha parcela, los dos involucrados deben de llegar a un acuerdo donde definan, tanto sus obligaciones como la cantidad o porcentaje que recibirán de la cosecha.

Otro es el dueño, es el que posee la parcela, el que tiene escrituras que lo definen como dueño de esa parcela y que además él mismo la trabaja.

El siguiente es el encargado, esta persona es el que realiza el trabajo en la parcela, por un sueldo previamente definido entre él y el dueño de la parcela.

El rentero es aquel que paga una cantidad de dinero cada cierto tiempo al dueño de la parcela, cantidad que se estipula con anterioridad.

También se encuentran los ayudantes tanto del mediero como del rentero, a estos se les paga un sueldo semanal.

Otros involucrados son los parientes de los dueños, por ejemplo tenemos al sobrino de la dueña, el cual trabaja la parcela de la tía.

De las personas entrevistadas tenemos la siguiente clasificación con referencia a la relación que tienen con la tierra que trabajan:

- Mediero 6.67 %
- Dueño 40.00 %
- Encargado 20.00 %
- Rentero 20.00 %
- Ay. del mediero 6.67 %
- Ay. del rentero 6.66 %

¿Qué tipos de cultivos acostumbra regar?

Los tipos de cultivos que más acostumbran sembrar son: cereales: maíz, avena y sorgo. Leguminosas: frijol, ejote, chícharo, frijol ejotero, cacahuete. Semilla: haba. Bulbos: cebolla rábano. De fruto: calabacita, calabaza, pepino, chile, jitomate. De hoja: repollo, acelga. Brotes: alfalfa, cilantro. Tubérculos: camote, jícama. Frutas secas: nueces. Frutas: melón, sandía. Y floricultura. Pero, estos son cultivos que por tradición, costumbre y necesidades de autoalimentación están sembrando en la región, son cultivos que se regaban con aguas limpias para el riego de cualquier cultivo. Son pocos los cultivos que se están regando propios para las aguas tratadas.

Las personas de la zona están acostumbradas a sembrar cultivos que anteriormente regaban con agua limpia, solamente el 20 % indicó que riega cultivos para forraje. Se debe de informar e instruir a la gente para que sepa qué tipo de cultivos debe de regar con el agua tratada.

¿Qué sabe usted del agua tratada?

Parte de las personas que están utilizando esta agua tratada la consideran buena para la siembra porque saben que tiene muchos nutrientes, y que les indicaron que tiene una calidad de 03 , por lo que consideran que las condiciones del agua son propias para el trabajo que ellos desempeñan y muy provechosa para sus cultivos. Por otra parte hay personas que dudan si el agua tratada les va a servir, o que tanto, bueno o malo, o si les va a afectar en los cultivos que quieren sembrar. Otras personas no saben nada sobre el agua tratada ya sea porque no les interesa o porque sus cultivos los riegan con agua de pozo o están esperando hasta que se arregle la situación del agua tratada,

o simplemente sólo saben que es agua reciclada. Otros prefieren bombear y regar con agua del río combinada con aguas negras porque saben que el río filtra naturalmente el agua y dicen que está más limpia que la de la tratadora, otros factores por lo que no les convence el agua tratada es el olor y que deja costra en la tierra.

Sobre el conocimiento que la gente tiene de lo que es el agua residual tratada la mayoría opina que no tiene conocimiento de ella.

Opiniones:

- Buena 33.33 %
- Duda 6.67 %
- Mala 6.67 %
- No sabe 53.33 %
- De las personas que no saben, el 13.33 % es porque no les ha interesado el agua tratada, tienen pozo para regar sus tierras.

¿Cuál es su opinión acerca de usar agua tratada para riego de cultivos?

Algunas gentes del campo están contentas y sienten un gran estímulo, porque al contar con esta agua tratada, se revivió una región que estaba muerta y quieren echarle ganas al trabajo. Saben que habiendo agua para riego, ésta, es una gran ayuda para el pueblo porque se genera trabajo. Dicen que el agua está al puro tiro para ser aprovechada, que su sanidad es buena y es la mejor para los cultivos que se siembran en la región, con ella se pueden sacar buenos productos de las cosechas, que al consumirlos no afectan al cuerpo humano, estas personas hacen la comparación del agua residual con el agua ya tratada y les parece una buena opción usar el agua tratada porque ya viene limpia y es un beneficio para todos. Otras personas todavía no se atreven a dar una opinión y tienen duda porque no ven el agua tratada lo suficientemente limpia, piensan que le falta tratamiento. Una persona indicó que él no la usaría en sus cultivos porque tiene mucho cloro y este afecta al producto.

En relación a usar agua tratada para el riego de cultivos, la gente está muy entusiasmada porque ya se cuenta con un recurso hídrico el cual se puede aprovechar para reactivar la región agrícola, y por consecuencia la generación de empleos.

Opiniones:

- Acepta el uso del agua tratada 86.66 %
- No opina sobre el uso del agua tratada 6.67 %
- Opina que no es bueno el uso del agua tratada 6.67 %

¿Qué información se le ha dado acerca de cómo se debe aprovechar (manejar, distribuir, usar) el agua tratada?

Con respecto a la información acerca del aprovechamiento del agua tratada, que se les ha hecho llegar a los usuarios, algunos indican que hasta el momento no tienen información al respecto, otros tuvieron contacto con autoridades anteriores las cuales les comentaron sobre un proyecto que tenían preparado, haciéndoles saber que iban a poner tomas de agua y sobretodo informándoles que el agua debe de tener un precio de venta para poder mantener en buen estado la planta tratadora. Con el cambio de autoridades los usuarios han tratado de acercarse a ellas, pero se les ha dicho, por medio del secretario de Desarrollo Social, que esa agua está contaminada y que sirve solamente para regar árboles y plantas de ornato, y para eso va a poner un encargado para repartir el agua, por lo que no están de acuerdo porque en esta zona se pueden regar más cultivos. Por otra parte se les ha prometido que ya se va a poner a funcionar el sistema de aguas tratadas, lo que no se ha hecho realidad, por lo que han decidido mandar una solicitud firmada por todos ellos, dirigida a la presidencia municipal, para pedir apoyo.

De la información, acerca de cómo se debe de aprovechar el agua tratada, que se les ha proporcionado a los usuarios, el 66.67 % no ha recibido ninguna información al respecto, a otras personas, las autoridades correspondientes, solamente les han hecho comentarios sin ninguna base de trabajo o simplemente promesas que no les han cumplido.

¿Cómo cree usted que debería de conducirse el agua tratada?

La opinión que la gente tiene sobre la forma que debería de conducirse el agua tratada es variada de acuerdo a lo que conocen y han estado acos-

tumbrados a usar. Unos dicen que debería ser por medio de canal de concreto con compuerta en cada predio como si fuera una toma de agua, con este canal se impide que se escape el agua y se desperdicie, pero si son pocos los que van a regar con esta agua, está bien así, que se limpien las acequias y que se usen todos sus secundarios porque están completos, y así se aprovecha la filtración para los mantos freáticos, y no se tendría que invertir más que en la limpieza de las acequias (figura 6). Otros opinan que se entube el agua tratada y se coloquen tomas con válvula en cada predio para evitar desperdicio. En la campaña del gobierno actual se les dijo que el agua se iba a entubar o a limpiar la acequia para mantener en buen estado los nogales, y una persona de Desarrollo Social les indicó que se iba a poner una llave de entrada en cada predio.

Para la forma que se debería de conducir el agua tratada se tienen las siguientes opiniones según la experiencia de los entrevistados:

- Canal de concreto 46.66 %
- Acequia existente 26.67 %
- Tubería de PVC 26.67 %

¿Cuáles son los cultivos que más se recomiendan regar con agua tratada?

En estos momentos algunos de los usuarios no tienen una idea clara sobre cuáles son los cultivos que se recomiendan regar con agua tratada, algunos están regando de todo como lo hacían anteriormente con agua limpia de la acequia, otros usan esta agua para regar cultivos cuyo producto no tenga contacto con el agua para evitar su contaminación, otros riegan pastura o árboles frutales como el nogal.

Con respecto a los cultivos que los usuarios de la zona consideran regar con el agua tratada, el 33.33 % de los entrevistados indican que se puede regar de todo y el 20 % dice no saber. El restante 46.67 % tiene alguna noción o tiene dudas al respecto, por lo que se requiere asesoramiento para la buena aplicación de esta agua.

¿Por qué no se ha organizado una forma de repartir el agua tratada?

No se ha definido una forma de repartir el agua

por falta de organización e interés, tanto de las autoridades como de los propietarios de las parcelas, no se tiene un encargado que organice el reparto del agua tratada. En estos momentos, es poca la gente que está trabajando las tierras, hay varias tierras abandonadas porque dicen que ya no costea trabajarlas. A estas personas les falta comunicación y unión para ponerse de acuerdo y tener alguna junta o reunión donde se obtenga una propuesta y presentársela a las autoridades correspondientes para llegar a una solución. También falta una parte del sistema de la planta tratadora que no ha sido conectada, todavía no está terminado y algunos usuarios están esperando que se resuelva esta situación y ver qué pasa para pedir información. Las autoridades correspondientes deben de acercarse, incentivar y organizar a los agricultores que están interesados en el uso del agua tratada.

No se ha definido una forma de repartir el agua tratada porque los usuarios no saben exactamente quién o quiénes son los responsables de organizar e indicar cómo repartir el agua tratada. El 33.33 % dice que las autoridades municipales son las indicadas, las cuales no tienen ningún interés, el 46.67 % dice que son ellos mismos los que no han mostrado un interés para llegar a un acuerdo, el otro 20 % dice que no sabe quién deba de organizar o indica que el sistema debe ser terminado antes de tomar alguna decisión.

¿Cuáles son los comentarios de los demás dueños o encargados de las parcelas acerca del uso del agua tratada?

Por principio de cuentas los agricultores de la región no son muy comunicativos entre ellos. Hay trabajadores de parcelas que no quieren usar esta agua porque dicen que no está limpia, que les deja algunos residuos y que huele mal, parece ser que es gente que no tiene información sobre el agua tratada, otros opinan que sí sirve para la siembra y sería muy bueno aprovecharla y de gran beneficio. En estos momentos los más beneficiados son las personas que tienen sus tierras cercanas a la planta tratadora, además la planta tratadora está ubicada al lado de la acequia de los Aguacates y no se han tomado en cuenta a las

personas de la acequia del Salitre que es la del otro lado del río, y el agua se debe de compartir entre las dos acequias.

Según los agricultores de la región, no hay mucha comunicación entre ellos, pero son variados los comentarios que han escuchado de sus vecinos, uno de los más significativos es el comentario que hacen acerca de quiénes y cuantos van a ser los beneficiarios del agua tratada, si solamente los que están cerca de la planta tratadora, que corresponde a los agricultores de la acequia de los Aguacates, o también a los que están del otro lado del río que son los agricultores que corresponden a la acequia del Salitre.

¿Cuál es la confianza que tiene usted en el consumo de los productos regados con aguas tratadas?

Algunos agricultores no tienen la confianza y tampoco se animarían a consumir los productos regados con aguas tratadas. “Ellos no se los comerían”, pero están consientes que probablemente ya han comido de estos productos porque no se han dado cuenta ni se han enterado con qué tipo de agua los han regado. Por otra parte están los que sí se comerían, con mucha confianza, cualquier producto regado con agua tratada, y algunos otros mientras no les pase nada seguirán consumiéndolos, otros solamente consumirán productos que sean propios de regar con el agua tratada.

La confianza que tienen los agricultores para consumir los productos obtenidos con riego de agua tratada son variados, el 40 % de los entrevistados dice que sí los consumiría, otro 40 % dice que no y el 20 % restante no contestó.

CONCLUSIONES

Se identifica que el 40% de los agricultores son dueños de la parcela que trabajan pero, a pesar de que el 86.66% de los entrevistados acepta el uso del agua residual tratada, se observa que la mayoría no tiene conocimiento de lo que es y representa, por lo que tampoco están bien informados sobre qué precauciones tomar al regar y consumir el producto cultivado, qué tipo de cultivo es el adecuado para regar con esta agua y cuál debería de ser la tecnología apropiada, en esta región, de conducción y distribución del agua tra-



tada. Se percibe una falta de comunicación, tanto entre los mismos agricultores como entre éstos y las autoridades competentes, para poder llegar a definir un conveniente uso y manejo del agua residual tratada.

Figura 6.

Canal a cielo abierto

(acequia de Los Aguacates)

Fuente: fotografía tomada en el lugar de estudio.

REFERENCIAS

Alfaro, O.G., Sánchez, I., Calderón, H. y San Pedro, A. (2002). *Caracterización de las aguas residuales de la fábrica de compotas caney*. Tecnología Química, 3, 48-52.

Bruschi, R. A., Chartuni, E., de Lima, P. C., Mota, M. y Alves, R. (2005). *Caracterización de suelos cultivados con café y el fertirriego con aguas residuales de la cría de porcinos*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2, 49-57.

Cervera, L. E. (2007). *Indicadores de uso sustentable del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua*. Estudios Fronterizos, 16, 9-41.

Duarte, C. E., Guevara, G. y Méndez, M. (2004). *Uso del agua activada y con tratamiento magnético del tomate en condiciones de organopónico*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 3, 1-14.

Fasciolo, G. y Bertranou, A. (2001). *Manejo de aguas marginales en zonas áridas*. En IV Diálogo Interamericano sobre Manejo de Agua, Brasil.

Grosso, M. V. (2008). *Uso, gestión e impactos del uso agrícola de aguas residuales en zonas áridas*. Departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina. Revista Geográfica, 144, 57-112.

Manga, J., Logreira, N. y Serralt, J. (2001). *Reuso de aguas residuales: un recurso hídrico disponible*. Ingeniería y Desarrollo, 9, 12-21.

Metcalf & Eddy, INC. (1996). *Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización*. México, D. F.: McGrawHill.

- Monografías municipales. (2005). Recuperado el 10 de octubre de 2010 de www.sanluispotosi.gob.mx
- Montero, L., Cun, R., Pérez, J., Ricardo, M. P. y Herrera, J. (2009). *Riego con aguas residuales a los cultivos del sorgo y maíz como alternativa para la producción de alimento animal*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 4, 44-48.
- Morató, J., Subirana, A., Gris, A., Cameiro, A. y Pastor, R. (2006). *Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales*. Revista lasallista de investigación, 1, 19-29.
- Morgan, J. M., Revah, S. y Noyola, A. (s. f.). *Malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales: su control a través de procesos biotecnológicos*. Recuperado el 11 de noviembre de 2010, de <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/impactos/mexiconajR-0032.pdf>
- Pérez, J. y Hernández, G. (2007). *Valoración de la calidad del agua del arroyo Guachinango con fines de riego*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 3, 6-9.
- Roque, R., Alemán, C. y Roviroso, N. (2006). *Uso de las máquinas de pivote central en el riego con aguas residuales*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 1, 47-50.
- Tirado, M., Vigo, E. y Meza, R. (1995, mayo). *Plantas de tratamiento de agua potable como ámbito para la educación y gestión ambiental*. Recuperado el 11 de noviembre de 2010, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/eduamb/peru/perespo02.pdf>
- Tozzi, F., Fasciolo, G. y Gabriel, E. (2004). *Desarrollo de malezas en cultivos regados con efluentes domésticos tratados*. Mendoza, argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 2, 31-37.
- Veliz, E., Llanes, J. G., Fernández, L. A. y Bataller, M. (2009). *Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica*. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 1, 35-44.
- Zamora, S., Fenech, L., Ruiz, F. H., Pérez, W. y López, A. (2007). *Eficiencia en el uso del agua en maíz (Zea Mays L.) con riego por goteo, en el Valle de la Paz, Baja California Sur, México*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 3, 33-36