



Universidad Nacional de San Martín
Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC)
Director: Alberto Pochettino

Programa FUTUROS
Escuela de Posgrado: Agua + Humedales

Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano.

(Trabajo de investigación)

Por Rodolfo Cisneros-Almazán¹, Oscar A. Díaz de León-Zavala², Clemente Rodríguez-Cuevas³ y Rodolfo Cisneros-Pérez⁴

Filiación:

- ¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. Email: cisnerro@uaslp.mx.
- ² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. Email: oscar.dlz.1@gmail.com.
- ² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. clemente.rodriguez@uaslp.mx.
- ² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, México. Email: cisnerroz@hotmail.com.

Registro del trabajo de investigación en el libro digital

Título del capítulo: Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano.

Autor/es capítulo: Cisneros-Almazán, Rodolfo; Díaz de León-Zavala, Oscar A.; Rodríguez-Cuevas, Clemente y Cisneros-Pérez, Rodolfo.

Páginas: 333-341

Título del libro: Agua + Humedales

Editor: UNSAM Edita.

Serie: Futuros

Fecha de publicación: junio 2018

Páginas: 485

Derechos: Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos, mencionando la fuente.

Idioma: Español

Identificación y acceso

ISBN: 978-987-4027-68-9

URL: <https://www.funintec.org.ar/contenidos/aguahumedales-es-el-primer-libro-de-la-serie-futuros/>

Cita del capítulo: Cisneros-Almazán, Rodolfo; Díaz de León-Zavala, Oscar A.; Rodríguez-Cuevas, Clemente y Cisneros-Pérez, Rodolfo. (2018) Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita.

Área de conocimiento

Área: Recursos naturales

Categoría: Ciencias ambientales e ingeniería

Palabras clave: GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS; ABASTECIMIENTO DE AGUA; TECNOLOGÍA ADECUADA; CONSUMO DE AGUA; RIEGO

Este documento forma parte de la Colección Programa FUTUROS del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollado por la Biblioteca Central. El propósito es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica y con reconocimiento de la fuente.



Disponible en el Repositorio Institucional de la UNSAM

Cisneros-Almazán, R.; Díaz de León-Zavala, O. A.; Rodríguez-Cuevas, C. y Cisneros-Pérez, R. (2018) Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita. [En línea] Disponible en: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín: Colección Programa Futuros. (PFAH 2018 TCADZRCCP) <http://bit.ly/2gDqQLp> [Fecha de consulta:.....]

Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano¹

Rodolfo Cisneros-Almazán²
Oscar A. Díaz de León-Zavala³
Clemente Rodríguez-Cuevas⁴
Rodolfo Cisneros-Pérez⁵



Palabras clave: Uso eficiente del agua de riego; Tecnologías Apropriadas; humedales artificiales.

1. Introducción

En México, como en muchas partes del mundo, existe una grave presión por los recursos hídricos y cada vez son más escasos. Los ciclos han sido alterados fuertemente y la posibilidad de adquirir agua de buena calidad, con la adecuada distribución y en la cantidad requerida, se convierte en un reto.

El 77% de la superficie del territorio mexicano donde se encuentra concentrada la población, cuenta con baja disponibilidad de agua por habitante (figura 1). Las aguas superficiales se localizan en 731 cuencas y 51 ríos principales. Respecto de las aguas subterráneas, existen 653

1 Agradecemos a la Fundación Gonzalo Río Arronte, fundación mexicana que ha apoyado con recursos económicos, el proyecto de las Tecnologías Apropriadas. Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, por su apoyo desinteresado en transmitir sus conocimientos en el mismo proyecto. A los estudiantes de la Maestría en Tecnología y Gestión del Agua, quienes han colaborado en estos proyectos, la M.C. Silvana Rojas García, el M.C. Óscar Adrián Díaz de León Zavala.

2 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. cisnerro@uaslp.mx.

3 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. oscar.dlz.1@gmail.com.

4 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua, México. clemente.rodriguez@uaslp.mx.

5 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, México. cisnerroz@hotmail.com.

acuíferos, de los cuales 106 están sobreexplotados, 31 con presencia de sales en agua y suelo, y 15 con intrusión marina [1]. La población total es de aproximadamente 120 millones en una superficie de casi 2 millones de km².

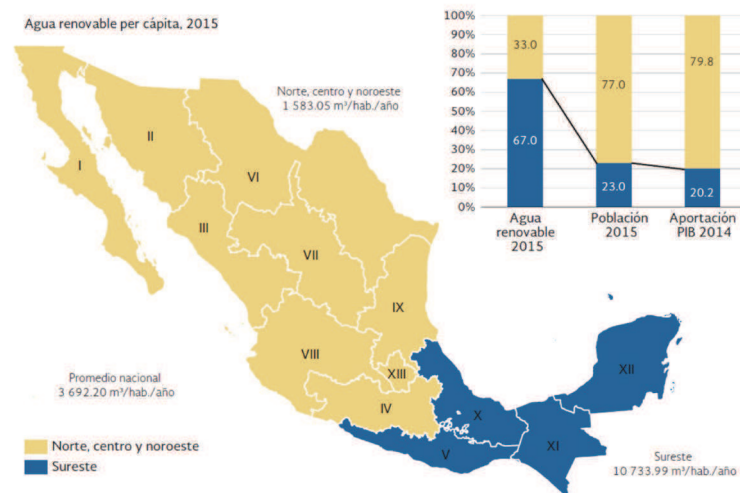


Figura 1. Disponibilidad de agua en México. Fuente: CONAGUA, 2016.

Como se puede observar, la mayor parte de la población se ubica en la porción del país con menos disponibilidad de agua, pero donde se concentra la mayor aportación al Producto Interno Bruto (PIB). Esto provoca una tensión sobre los recursos hídricos importante.

Por otra parte, los usos consuntivos promedios (figura 2) muestran que la agricultura, como en muchas partes del mundo, es la de mayor demanda de agua, con grandes pérdidas por conducción y distribución en el campo, y también de aplicación en las parcelas. Las eficiencias de uso del agua de riego, está en el orden de 40 a un 60%, lo que se traduce en grandes pérdidas.

Por su parte, el uso de agua para fines domésticos se concentra en su mayoría en las grandes urbes o zonas metropolitanas, mientras que en las comunidades más dispersas y más pequeñas, se dificulta la posibilidad de tener acceso al agua de buena calidad y en suficiente cantidad. Esas comunidades generalmente son rurales y de extrema pobreza.

Debido a lo anterior, se deben plantear alternativas de solución en campo que permitan revertir esta problemática o por lo

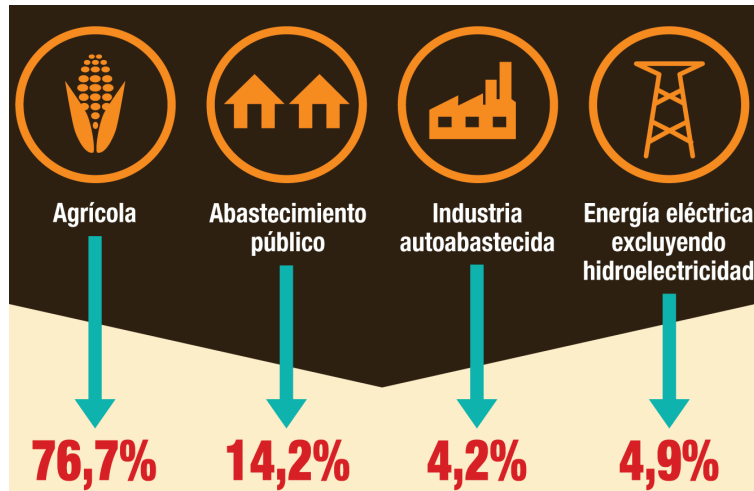


Figura 2. Usos consuntivos en México. Fuente: CONAGUA, 2016.

menos mitigar en parte esa condición de escasez o de uso ineficiente. Esto se logra con el uso de tecnologías, con propuestas de gestión y con aplicación de políticas públicas o privadas.

2. Estudios y proyectos propuestos

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, se han propuesto estudios y proyectos en campo, cuya finalidad es, en algunos casos, proponer alternativas de gestión de agua para un uso de agua más eficiente en zonas de riego, y en otros, aplicar algunas tecnologías denominadas Apropriadadas en comunidades de escasos recursos y con alta escasez de agua. Asimismo, en el área del tratamiento de aguas residuales se han propuesto métodos de bajo consumo energético como es el caso de humedales artificiales o construidos.

Los estudios y proyectos fueron desarrollados en la provincia de San Luis Potosí, México, la cual se divide en tres regiones climáticas: altiplano (árida), media (templada) y huasteca (semitemperal). La mayor parte de la población se ubica en la zona árida, siendo un ejemplo la misma capital de la provincia que se ubica en donde existen pocas corrientes superficiales y la explotación agrícola y la de uso doméstico se hacen con extracción de agua de pozos.

Así, los proyectos fueron desarrollados en las tres diferentes zonas de la provincia. A continuación, se presentan 3 de los más destacados.

3. Propuesta de gestión de agua de riego en un manantial. Estudio de pérdidas de agua y de gestión en la zona de riego derivada del humedal Los Peroles, Rioverde, S. L. P. México

En este estudio se determinó que de la cantidad de agua que se deriva (aprox. 500 lps) en un canal de casi 20 km, para regar 600 ha de cultivos diversos, solo un muy bajo porcentaje (aprox. 40%) llega al final, trayendo como consecuencia muy bajos rendimientos y grandes pérdidas de agua (figura 3). Asimismo, se han incrementado las superficies con suelos salinos, lo que provoca un deterioro de los recursos en general.

El manantial debe ser gestionado con una adecuada planeación y organización. Y debe también plantearse un manejo holístico dado los grandes recursos fitogenéticos y fauna que habitan ahí. Existen árboles de sabinos o ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*) que datan de aproximadamente 1600 años de antigüedad. También habitan especies de plantas halófitas que son endémicas. Es decir, no solo se debe preservar el recurso hídrico, que es importante, sino que además deben plantearse esquemas de gestión agrícola, de riego, agro turística y forestal.

Los estudios realizados por la universidad consistieron en el diagnóstico de la zona mediante estudios agrológicos, hidrológicos, topográficos, hidráulicos, medición de la eficiencia de riego por conducción y aplicación, así como la estimación de los usos consuntivos de los principales cultivos; también continúa proponiendo la elaboración de estudios más específicos sobre el manejo y la conservación sustentable de los recursos forestales e hídricos.

4. Proyecto de tecnologías apropiadas. Aplicación de las tecnologías apropiadas para el uso eficiente del agua en comunidades rurales con extrema escasez

Uno de los grandes problemas que tienen pequeñas comunidades que se encuentran dispersas en zonas áridas es la falta de recursos e, incluso, de los servicios más básicos como es

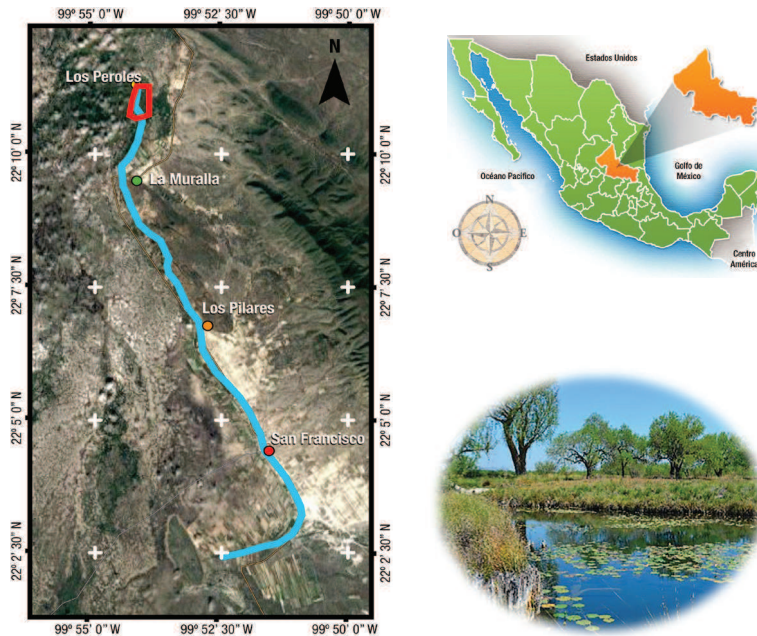


Figura 3. Ubicación del manantial Los Peroles (derecha superior e inferior) y del canal de riego de 20 km (izquierda) Rioverde, S. L. P. México. Fuente: Elaboración propia.

el acceso al agua potable y/o de drenaje sanitario. Estas poblaciones, generalmente, son de extrema pobreza y la carencia de alimentos también se presenta con frecuencia [2].

Por ello, la Facultad de Ingeniería de la UASLP, en conjunto con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), propusieron un proyecto de aplicación de 8 Tecnologías Apropriadas en una pequeña comunidad rural con total escasez de agua (figura 4), consistentes en: 1) Techo cuenca, el cual es utilizado como la superficie de captación de agua de lluvia; 2) Cisterna de tipo capuchino, la cual es una cisterna construida con ladrillo puesto y ferrocemento con una capacidad de 11.000 litros (también existen de 20 y 50.000 litros); 3) Bicibomba, una bomba fabricada de manera rústica y adjunta a un rotor, el cual es impulsado por la rotación de una llanta de una bicicleta; 4) Filtro de flujo lento, el cual es una estructura construida con ferrocemento y en su interior tiene grava y arena que funcionan como filtro; 5) Lavadero ecológico, un lavadero que contiene

cinco cámaras, una es separador de grasas y aceites, dos son fosas anaeróbicas y las dos últimas son filtros, todas ellas están comunicadas entre sí; 6) Sanitario seco o ecológico, un espacio donde se ubican el mingitorio y el WC que es especial porque separa las excretas de la orina, y las excretas pueden luego ser recogidas para usarse como composta previo tratamiento; 7) Tanque de descarga de fondo (TDF), o también llamado Tanque regulador de nivel (TRN), para riego de cultivos de traspatio, el cual es un sistema que funciona como sifón dentro de un tanque de agua con el propósito de abastecer de manera constante el sistema de riego por goteo; y 8) Huerto familiar, una pequeña superficie de tierra en donde se ubican los cultivos (principalmente hortalizas) de mayor requerimiento por una familia rural. El proyecto fue desarrollado en ocho casas-habitación de la comunidad con escaso abastecimiento, también fueron realizadas encuestas y elaborados estudios hidrológicos para determinar el potencial de lluvia del área (ver figura 4).



Figura 4. Tecnologías Apropriadas para comunidades rurales con alta escasez de agua. Fuente: Elaboración propia.

El resultado hasta ahora ha sido benéfico para la población, puesto que ahora tienen agua para consumo humano y animal, así como la posibilidad de cultivar algunos alimentos para autoconsumo. La importancia de la aplicación de las tecnologías simples para el aprovechamiento del agua de lluvia es evidente, sin agua no hay posibilidades de vivir con dignidad.

5. Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. Proyecto de diseño y construcción de dos humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales de dos campus universitarios

Uno de los propósitos de la universidad, entre otros, es difundir el conocimiento y realizar investigación. Por ello, debe servir de ejemplo, como una ventana para dar a conocer al resto de la población el uso sustentable de los recursos y, principalmente, del agua. Así, se propuso que en dos campus universitarios de la UASLP (Huasteca Sur y el de Salinas), ambos en distintas zonas climáticas, la construcción de un humedal para el tratamiento de agua residual proveniente de los propios campus.

Se diseñaron de acuerdo con la metodología de Kadlec y se construyeron con diferentes criterios de construcción [3]. Uno de ellos, el de Huasteca Sur, ubicado en una zona semitropical, con dos celdas medianas y con concreto. También se probaron dos tipos de plantas. En una celda se probó *Typha sp.* y en la otra *Phragmites sp.* (figura 5).

En algunos resultados preliminares se determinó que la *Typha sp.* fue más eficiente para la remoción de DBO.



Figura 5. Humedal construido del Campus Huasteca Sur (UASLP). Especie de planta en fotografía: *Typha sp.* Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, para el Campus Salinas, ubicado en una zona semiárida, se construyeron dos celdas utilizando geomembrana como contendedor (figura 6), se utilizó *Typha sp.* para una celda y *Phragmites sp.* para la otra. En este caso, aún no se tienen resultados de la evaluación, hasta ahora, se pudo observar que

Typha sp. no sobrevivió dado que es un clima semidesértico, se ha adaptado mejor *Phragmites sp.* con un desarrollo aceptable.



Figura 6. Humedal construido del Campus Salinas (UASLP). Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

Los proyectos desarrollados denotan la importancia que tiene el aprovechamiento óptimo del agua, principalmente en condiciones de fuerte presión hídrica, como es el caso de la provincia de San Luis Potosí. La correcta aplicación de la tecnología y una adecuada gestión del recurso ayudan a mejorar las condiciones de vida de la población, sobre todo la más vulnerable.

Es importante que las políticas públicas se orienten en este sentido, y que los organismos no gubernamentales se puedan sumar a la tarea de apoyar con recursos humanos y económicos a la aplicación de las tecnologías.

Bibliografía

[1] **CONAGUA** (2016). *Estadísticas del Agua en México*. México, SEMARNAT-CONAGUA.

[2] **Díaz de León Z., O. A.** (2016). *Aplicación de tecnologías apropiadas para mejorar el abastecimiento y la calidad del agua en comunidades rurales*, tesis de maestría inédita, Facultad de Ingeniería de la UASLP, México.

[3] **Rojas, G. S.** (2015). *Diseño y evaluación de humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal en dos campus universitarios*, tesis de maestría inédita, Facultad de Ingeniería de la UASLP, México.