



**Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019**
Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Artículo: COMEII-19055

*Mazatlán, Sin., del 18 al 20
de septiembre de 2019*

TECNOLOGÍAS DE BAJO COSTO, COMPLEMENTO PARA CONSTRUIR EL FUTURO DEL RIEGO POR GRAVEDAD

Pedro Pacheco-Hernández^{1*}; Juan Carlos Herrera-Ponce¹

¹Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550. México.

ppacheco@tlaloc.imta.mx – 52 777 3293600 Ext. 813 (*Autor de correspondencia)

Resumen

La agricultura de riego en México se realiza fundamentalmente con el método de riego por gravedad, básicamente por su bajo costo. También es el método que menos eficiencia reporta. Históricamente se han establecido programas de apoyo para promover y fortalecer el riego tecnificado de alta presión, baja presión y riego por gravedad, donde se han requerido grandes inversiones iniciales, de operación y mantenimiento, pero los resultados no han impactado o no se han sostenido en el tiempo para su masificación, pues se han requerido recursos, conocimientos previos y actualización continua. En complemento a los esfuerzos realizados, que en sus diferentes etapas han incluido el uso de modelos físico matemáticos del más alto nivel, existen diferentes alternativas de tecnologías de bajo costo y conocimiento básico que potenciarían los resultados esperados. Se muestra que el trazo de riego, los surcos alternos, el riego intermitente con sifones, riego intermitente con hidrantes, riego con reducción de gasto, riego bajo agricultura de conservación y otros pueden complementar el uso eficiente del agua de riego, donde la participación de los directivos de las asociaciones de usuarios y productores agrícolas, las instituciones del sector agua y alimentos, y los usuarios y operadores del riego por gravedad es fundamental en la construcción del futuro del riego por gravedad, donde la participación de los jóvenes pueden ser los actores centrales de las redes de innovación tecnológica.

Palabras claves: Medición, Productividad del agua, Productividad de la tierra, Aguas residuales



Introducción

En el riego por gravedad el agua fluye de la cabecera de un canal o cauce inclinado construido en la parcela, sobre una melga o un surco, aprovechando el campo gravitacional para distribuir la cantidad necesaria de agua para las plantas cultivadas (Fuentes *et al.*, 2015), sin requerir energía adicional, siendo una de las razones por lo que la agricultura de riego en México se realiza fundamentalmente con el método de riego por gravedad.

También es el método que menos eficiencia reporta y el problema se potencia si se le anexan las pérdidas en la distribución y conducción desde la presa, en muchos casos debido al estado de la infraestructura y estructura de control inadecuada (Mejía, Palacios, Exebio & Santos, 2002; Peinado-Guevara, V. M., Camacho-Castro, Bernal-Domínguez, Delgado-Rodríguez, & Peinado-Guevara, H. J. 2012; Conagua, 2013, citados por Altamirano *et al.* 2019), en general, si en los Distritos de Riego la eficiencia de conducción se estima en 65% y a nivel parcelario de 52.5%, la eficiencia global resulta en 34.1% (Olmedo *et al.* 2017).

En las 6.5 millones de hectáreas que cuentan con infraestructura de riego divididas en 86 distritos de riego y alrededor de 40 mil unidades de riego (CONAGUA, 2017), invertir en aumentar la eficiencia de riego parcelario, se puede convertir en volúmenes de agua ahorrados considerables.

Históricamente se han establecido programas de apoyo para promover y fortalecer el riego tecnificado de alta presión, baja presión y riego por gravedad, donde se han requerido grandes inversiones iniciales, de operación y mantenimiento, pero los resultados no han impactado o no se han sostenido en el tiempo para su masificación, pues se han requerido recursos, conocimientos previos y actualización continua.

Asimismo, en los últimos años se ha establecido el proyecto Riego por Gravedad Tecnificado RIGRAT en superficie que ha tenido un comportamiento dinámico, distribuida áreas compactas (de 1,000 ha cada una, donde cada superficie es atendida por un Responsable Técnico (RT) y un Supervisor Técnico (ST) en el Distrito de Riego) con los objetivos principales de un uso eficiente del agua de riego parcelario y el incremento del rendimiento de los cultivos, mediante la capacitación y asistencia técnica a los usuarios; la topografía y la nivelación de tierras; el diseño y trazo del riego parcelario y su aplicación controlada en la parcela; el pronóstico del riego en tiempo real; la evaluación y seguimiento del riego parcelario; y la entrega y cobro volumétrico del agua de riego servida en la parcela, donde el impacto de estas acciones se midió con indicadores referentes al volumen ahorrado, el incremento de la eficiencia de aplicación y el incremento del rendimiento de los cultivos, con resultados que pueden aplicarse y mejorarse masivamente (Herrera *et al.* 2017, Pacheco *et al.* 2015, Pacheco *et al.* 2016 y Pacheco *et al.* 2017, Pacheco *et al.* 2018). En las diferentes etapas se ha incluido el uso de modelos físico matemáticos del más alto nivel, así como software y equipos de alta tecnología.



En complemento a los esfuerzos realizados, existen diferentes alternativas de tecnologías de bajo costo y conocimiento básico que potenciarían los resultados esperados a corto plazo y se describen a continuación (Pacheco et al. 2013).

Tecnologías de bajo costo

El trazo de riego

El trazo de riego, que puede ser desde la reducción de la longitud de surcos o el cambio del sentido del riego, en terreno con diferentes grado de nivelación (Pacheco *et al.* 2015-2018) hasta los surcos en contorno, para evitar las pendientes erosivas en terreno desnivelados (Pacheco et al. 2013).

Surcos alternos

Los surcos alternos en cultivos en hileras, han resultados eficientes

Riego intermitente con sifones

El riego intermitente con sifones, donde se controlan las intermitencias con una caja de distribución de madera, ha mostrado ser una alternativa para el usos eficiente del agua en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa (Pacheco_Hernández 2009 y Pacheco *et al* 2015)

Riego intermitente con hidrantes

Los sistemas de riego por gravedad a baja presión y que tienen hidrantes para alimentar a las tuberías con multicompuertas, de manera natural se sustituye a la válvula de intermitencia si se tienen dos juegos de tubería multicompuertas en hidrantes diferentes, abriendo de manera alternada los hidrantes, uniformizando los gastos en la primer intermitencia.

Riego con reducción de gasto

Se puede suministrar el máximo gasto no erosivo en el surco mediante dos o tres sifones, y una vez que el agua prácticamente llega al final del surco, se mantiene un sifón hasta que se humedece y se aplica la lámina de riego deseada. Similar comportamiento cuando se baja la carga en el sifón.



Riego con agricultura de conservación

Cualquier alternativa de riego, una vez que se revive el surco, en la agricultura de conservación se logra mayor eficiencia en el uso del agua, debido a que se disminuye la evaporación directa de agua en la superficie del suelo y, además, se “cosecha agua de lluvia” al facilitar también la infiltración en el suelo, de las lluvias que se presenten durante el desarrollo del cultivo.

Riego en surcos en arroz

Ante la problemática del manejo del agua en arroz, se ha trabajado en los riego de auxilio en melgas con entables estáticos (Pacheco *et al* 1993) así como en el arroz de trasplante con riegos de auxilio (Osuna *et al.* 1997).

Parcelas demostrativas

Las parcelas demostrativas han permitido difundir alternativas para incentivar el uso eficiente del agua en cultivos de las diferentes zonas geográficas, tales el arroz en los estados de Sinaloa (Islas *et al.* 2000), Morelos (Pacheco *et al.* 1995), Nayarit (Estrada *et al.* 2000), Chiapas (Argüjio *et al.* 2000), maíz y sorgo en Sinaloa y Sonora (Pacheco_Hernández 2009 y Pacheco *et al.* 2015). La participación de las asociaciones de usuarios de riego y de agricultores ha sido fundamental para el éxito momentáneo de las demostraciones, pero la falta de prioridad, continuidad y seguimiento de las asociaciones e instituciones involucradas no ha permitido la permanencia en el tiempo.

Redes de innovación

Desde 2004, el IMTA ha trabajado en redes de innovación como una alternativa para promover el uso pleno de la infraestructura de riego de los agricultores y el uso sustentable del agua y la energía donde un grupo de jóvenes técnicos pasaron de receptores a transmisores tutorados y finalmente en asesores prácticos de riego, en el estado de Michoacán (Pacheco *et al.* 2005)

Conclusiones

Existen alternativas de bajo costo que pueden complementar el uso eficiente del agua de riego por gravedad, donde la participación de los directivos de las asociaciones de usuarios y productores agrícolas, las instituciones del sector agua y alimentos, y los usuarios y operadores del riego por gravedad es fundamental en la construcción del futuro del riego por gravedad, donde la participación de los jóvenes pueden ser los actores centrales de las redes de innovación tecnológica.



Referencias Bibliográficas

- Arguijo G.O., Pacheco H.P. y Rendón P.L. 2000. Parcela demostrativa de tecnificación del riego en arroz en el Distrito de Riego 101 "Cuxtepeques", Chiapas. X Congreso Nacional de Irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación. Chihuahua, Chih.
- Altamirano A.A, J.B. Valdez T., C. Valdez L., J.I. León B., M. Betancourt L., T. Osuna E. 2019. Evaluación del desempeño de los distritos de riego en México mediante análisis de eficiencia técnica. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(1),85-121.DOI: 10.24850/j-tyca-2019-01-04.
- CONAGUA. 2017. Estadísticas Del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México.
- Estrada G.J., Pacheco H.P., Hinostroza S.R., Álvarez V.F.J. y Rendón P.L. 2000. Parcela demostrativa para el uso eficiente del agua en arroz en el Distrito de Riego 043 Estado de Nayarit. X Congreso Nacional de Irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación. Chihuahua, Chih.
- Fuentes R.C., H. Saucedo R., L. Rendón P.. 2012. Capítulo 7. Diseño de Riego por Gravedad. En *Riego por Gravedad*. Editores Carlos Fuentes y Luis Rendón. Universidad Autónoma de Querétaro. 321-358.
- Islas E.M.A, Angulo A.M.R, P. Pacheco H., y Rendón P.L. 2000. Parcela demostrativa de tecnificación del riego en arroz en el Distrito de Riego 108 Elota-Piaxtla. X Congreso Nacional de Irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación. Chihuahua, Chih.
- Herrera P.J.C, P. Pacheco H., J. Castillo G., H. Unland W., B. Espinoza Q., A. Alatorre M. y E.C. Gastelum S. 2017. Actividades de asistencia técnica y volumen de agua ahorrado en el RIGRAT del D.R. 063 Guasave, Sinaloa. III Congreso Nacional de Riego y Drenaje. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación. 29-30 de noviembre 2017. Memoria electrónica. Puebla, Pue.
- Olmedo V,V.M, Minjares L. J.L., Camacho P. E., Hernández H. M.L., Rodríguez D.J.A. 2017. Uso del Análisis Envoltante de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México). *Rev. FCA UNCUIYO*. 2017. 49(2): 127-148. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.
- Osuna C. FJ., P. Pacheco H. y O. Uroza A. 1997. Tecnología para cultivar arroz de trasplante en surcos con riegos de auxilio en el estado de Morelos. Folleto para productores No. 23. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec.



- Pacheco_Hernández P. 2009. Metodología apropiada de riego intermitente con sifones en riego por gravedad. Memorias XV Congreso Nacional de Irrigación 2009. Puerto Vallarta, Jal. 23 al 23 de octubre de 2009.
- Pacheco H.P., G. Magaña S., y L. Rendón P. 1993. Producción de arroz con riegos de auxilio en el trópico húmedo. Memorias del Taller de Manejo del Riego de Auxilio en Arroz en Zonas Tropicales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Colegio de Postgraduados. Abril de 1993. Montecillos, México y Cárdenas, Tabasco.
- Pacheco H.P., E. Peña P., M. X. Flores E. 2005. Formación de asesores en diseño, operación y evaluación de sistemas de riego y fertirriego en el estado de Michoacán. Memorias XII Congreso Nacional de Irrigación 2005. Acapulco Gro. 20 al 22 de octubre de 2005.
- Pacheco H.P., J. Antelo V.; J.C. Herrera P.; H. Unland W.; J.M. Ángeles H.; J.A. Castillo G.; M.D. Olvera S. 2016. El Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado 2015-2016, en el Módulo 3 del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. Memorias II Congreso Nacional COMEI 2016. Chapingo, Edo. de México., 08 al 10 septiembre de 2016.
- Pacheco H.P., J.C. Herrera P.; J.A. Castillo G. 2013. Manual para capacitación de regadores con base en el estándar de competencia EC 0349 riego superficial en parcelas. Libro digital. https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/manual-capacitacion-regadores/files/assets/basic-html/page1.html
- Pacheco H.P., J.C. Herrera P.; H. Unland W. y J. Flores V. 2015. El Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado 2014-2015, en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. Memorias I Congreso Nacional COMEI 2015. Jiutepec, Morelos, 23 a 24 noviembre de 2015
- Pacheco H.P., J.C. Herrera P.; H. Unland W., N. Villanueva G., J.A. Reyes M., y A. Alatorre M. 2018. La receta de riego en el Proyecto RIGRAT de los Distritos de Riego 076 Valle del Carrizo y 063 Guasave, Sinaloa. Memorias IV Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEI 2018. Aguascalientes, Ags., 15 al 18 octubre de 2018.
- Pacheco H.P.; N. Villanueva G., J.A. Reyes M., J. Antelo V.; J.C. Herrera P.; H. Unland W.; J.M. Ángeles H.; J.A. Castillo G.; M.D. Olvera S.. 2017. El Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado 2016-2017, en el Módulo 3 del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. Memorias III Congreso Nacional COMEI 2017. Puebla, Pue., 28 a 30 noviembre de 2017.
- Pacheco H.P., Osuna C.F.J., Uroza A.O., Hernández A.L. y Rendón P.L. 1995. Arroz de transplante en surcos con riego de auxilio en Morelos. Vi Congreso Nacional de Irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación. 6 a 8 de septiembre de 1995. Chapingo Edo. de México.