



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Artículo: COMEII-19052

Mazatlán, Sin., del 18 al 20

de septiembre de 2019

LA EXPERIENCIA DEL RIGRAT EN EL DISTRITO DE RIEGO 063 GUASAVE, SINALOA

Juan Carlos Herrera Ponce¹; Pedro Pacheco Hernández¹; Jorge Castillo Gonzalez¹; Blas Espinoza Quintero²; Alberto Alatorre Márquez²; Erika Cecilia Gastelum Solano³

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550 México.

jherrera@tlaloc.imta.mx, 7773293600 Ext 466 (*Autor de correspondencia)

² Distrito de Riego 063 Guasave, Sin., Guasave, Sinaloa, C.P. 81000 México.

³Supervisora Técnica RIGRAT, DR 063 Guasave, Sin. C.P. 81000 México

Resumen

El programa Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT) considera que la tecnificación del riego por gravedad es la base para hacer un uso eficiente del agua de riego a nivel parcelario, para reducir volúmenes aplicados a las parcelas y para incrementar la productividad del agua.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos con la implementación y el seguimiento del RIGRAT en una superficie de 9,000 ha, distribuida en cuatro módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa. En donde cada Responsable Técnico proporciona asesoría en riego parcelario en una superficie compacta del orden de 1,000 ha; un supervisor técnico verifica las actividades ejecutadas por los nueve técnicos; los Módulos de riego promueven la aceptación de los usuarios beneficiados, de la asistencia técnica y de la tecnificación del riego; el Distrito de Riego verifica que las actividades se realicen conforme al Manual de operación de la componente; y el IMTA coordina las actividades de las diferentes dependencias.

Palabras claves: riego por gravedad, asistencia técnica, uso eficiente del agua



Introducción

En el estado de Sinaloa, el Programa Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT) fue implementado por la CONAGUA en el año agrícola 2014-2015, su objetivo consiste en tecnificar el riego por gravedad para la aplicación diseñada y controlada de trazos de riego, nivelación de tierras y medición del agua a fin de contribuir a mejorar la producción agrícola.

El RIGRAT incluye cinco apoyos que se proporcionan a las Asociaciones Civiles de Usuarios y en su caso a las Sociedades de Responsabilidad Limitada: 1) asistencia técnica (técnicos de campo y supervisor técnico), 2) coordinación de la implementación, el seguimiento y la evaluación, 3) equipos (medidores de humedad, estaciones meteorológicas, estructuras y equipos para medición de flujo, para aplicación del agua de riego y topográficos), 4) nivelación de terrenos agrícolas (proyectos ejecutivos, supervisión y ejecución de los trabajos) y 5) análisis físico de suelos.

La asistencia técnica y la tecnificación del riego son la base del RIGRAT, y consideran las siguientes actividades: la caracterización de parcelas con fines de riego, el diseño y trazo del riego parcelario, el seguimiento del riego, la medición y entrega del agua a nivel parcelaria, la evaluación del riego y la nivelación de tierras.

En este trabajo se presentan los principales resultados obtenidos con la implementación y el seguimiento del RIGRAT, en una superficie del orden de 9,000 ha distribuida en cuatro módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa, en referencia al volumen aplicado, la Lámina aplicada, la eficiencia de aplicación, el rendimiento de los cultivos, la productividad del agua y la utilidad neta.

Materiales y Métodos

A continuación, se describen las actividades realizadas por los nueve técnicos de campo RIGRAT en las superficies compactas del orden de 1,000 ha, distribuidas en cuatro módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa (I-1 Bamoa, I-2 Las Milpas, II-1 Petatlán y II-2 Tetameche).

Caracterización de parcelas con fines de riego

Esta caracterización se llevó a cabo en todas las parcelas de la superficies RIGRAT y consistió en realizar una serie de actividades para recopilación de información o para medición de variables de campo: la delimitación de la superficie beneficiada (Figura 1), la actualización del padrón de usuarios, el levantamiento de la infraestructura de riego (canales, red interparcelaria, tomas granja), el registro de las direcciones de riego, la medición de pendientes parcelarias y la determinación de texturas mediante el muestreo de suelos en parcelas representativas (Figura 2).

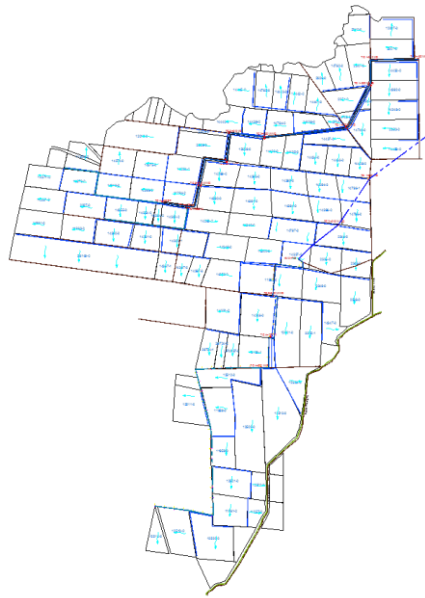


Figura 1. Plano de superficie beneficiada



Figura 2. Muestreo de suelos

Diseño y trazo del riego parcelario

El diseño del riego parcelario se realizó en las parcelas que aplicaron mayores láminas de riego. Para este diseño se utilizó la pendiente topográfica, los parámetros físicos del suelo obtenidos a partir de la textura, la información de las pruebas de avance de una muestra de parcelas y la información generada con el seguimiento de los riegos (gastos, tendidas, tiradas, tiempos y turnos); a partir de esta información, se llevó a cabo la calibración, el diseño y una de tres tipos de receta del riego para las parcelas de la superficie beneficiada (Figura 3).

El trazo del riego se realizó en aquellas parcelas en las que se podría tener el mayor impacto en la reducción de la lámina aplicada, debido a la modificación del trazo. Para el proyecto de trazo, se realizó el levantamiento topográfico mediante cuadrícula ortogonal, se generó la configuración topográfica de la parcela y se elaboró el plano con el trazo propuesto (Figura 4).

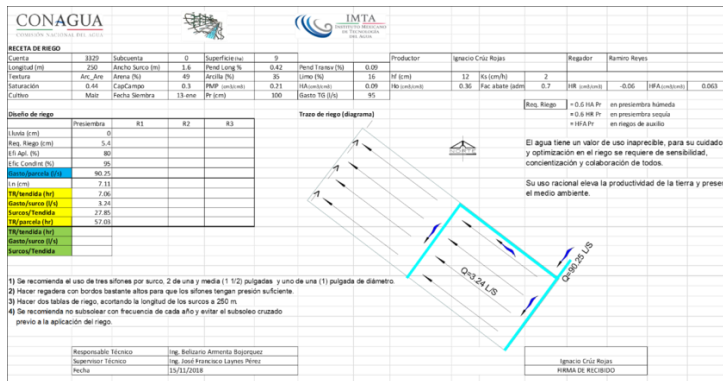


Figura 3. Receta de riego

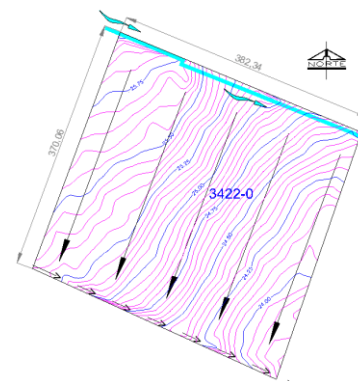


Figura 4. Trazo de riego propuesto

Seguimiento del riego

El seguimiento del riego se llevó a cabo en todas las parcelas de las superficies RIGRAT, mediante las siguientes actividades: verificación de las condiciones iniciales de las parcelas para la aplicación del riego, recomendaciones a los regadores para mejorar la aplicación del riego (Figura 5) y registro de información básica de los riegos (gasto aplicado, fecha de inicio, fecha de término, número de turnos y tiempo por turno). Para el registro de la información de los riegos se utilizaron formatos de campo diseñados para este fin.

El momento oportuno de los riegos de auxilio se determinó a partir de la medición del contenido de humedad del suelo determinada con medidor de humedad tipo TDR (Figura 6), de los parámetros físicos del suelo y de la información climática. Este momento oportuno del riego se determinó para las parcelas que aplicaron las mayores láminas de riego. Además, se generó un formato de campo, para entregar al productor la información básica y los días al riego.



Figura 5. Regador compactando tendida



Figura 6. Medición con TDR

Medición y entrega del agua a nivel parcelaria

La medición del agua de riego se realizó a nivel de parcela y a nivel de toma granja. La medición parcelaria se realizó en todas las parcelas de la superficie RIGRAT, aplicando el método de área y velocidad en las regaderas justo a la entrada de las parcelas. El área de la sección transversal se determinó mediante dos franjas verticales; la velocidad media del flujo se midió con un molinete electrónico de copas (Figura 7) o con un medidor de hélice; y el gasto en la regadera se calculó como el producto del área de la sección transversal y la velocidad media del flujo.

Para la medición a nivel de toma granja, se diseñaron e instalaron vertedores rectangulares de cresta afilada en los tanques distribuidores de las tomas granja, que disponían de suficiente carga hidráulica para satisfacer la pérdida de energía de este tipo de vertedores. El gasto entregado en la toma granja se determinó en función de la carga hidráulica sobre la escotadura del vertedor rectangular, leída en la escala vertical pintada en un muro de la caja distribuidora de la toma granja. Esta medición se realizó, únicamente, en las tomas granjas en las que se instalaron estos vertedores rectangulares (Figura 8).



Figura 7. Medición de la velocidad del flujo



Figura 8. Vertedor rectangular cresta afilada

Evaluación del riego

La evaluación del riego se realizó en cada parcela de las superficies RIGRAT. Para el cálculo de la eficiencia de aplicación se consideró la lámina aprovechable (riego de presembrado) en función de la textura del suelo, la lámina requerida (riego de auxilio) a partir de la etapa de desarrollo del cultivo y de las variables climáticas obtenidas mediante la estación climatológica automatizada, adquirida con el apoyo RIGRAT (Figura 9) y la lámina aplicada en cada riego determinada durante el seguimiento del riego. La eficiencia de aplicación para cada uno de los riegos se determinó como el cociente de la lámina requerida y la lámina aplicada. Finalmente, se determinó la eficiencia de aplicación ponderada por cultivo y por riego.

El rendimiento de los cultivos en las superficies RIGRAT se determinó por muestreo de campo (Figura 10) y mediante encuestas a los productores. Los muestreos se concentraron en el cultivo dominante (el maíz), y las encuestas a los productores se aplicaron en el resto de los cultivos sembrados.



Figura 9. Estación climatológica automatizada



Figura 10. Muestreo de rendimiento

Nivelación de tierras

La nivelación de terrenos agrícolas se ejecutó en parcelas que reportaron las mayores láminas aplicadas y con problemas de encharcamiento. Esta nivelación incluyó las siguientes actividades: la actualización del programa de nivelación, el levantamiento topográfico mediante cuadrículas ortogonales, la configuración topográfica del terreno (Figura 11), el cálculo de cortes y rellenos mediante el programa de cómputo SINIVET, el apoyo para la supervisión de los trabajos de nivelación y la elaboración del plano de entrega recepción de los trabajos de nivelación (Figura 12).

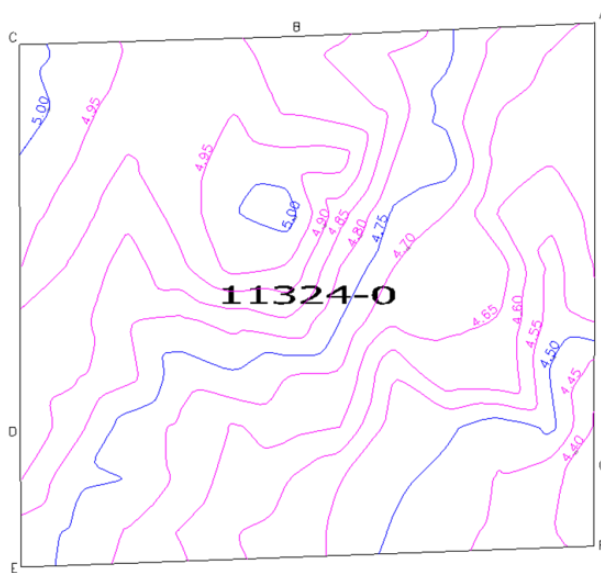


Figura 11. Configuración topográfica sin nivelación

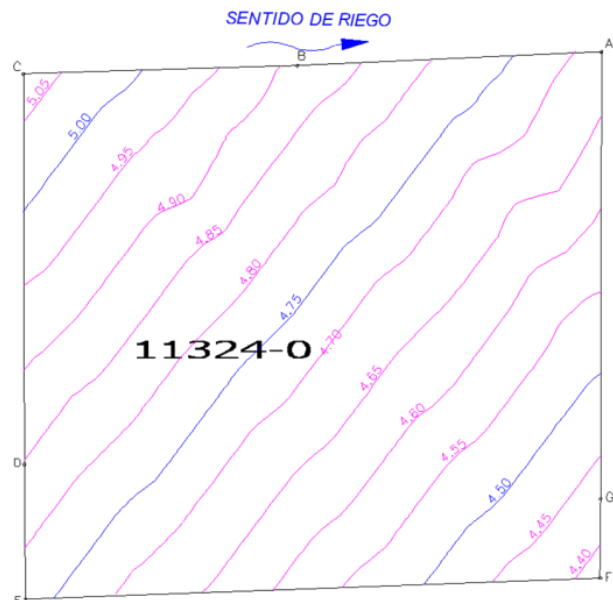


Figura 12. Configuración topográfica con nivelación

Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos, considerando el avance físico de las actividades de asistencia técnica y los indicadores para seguimiento y evaluación del programa RIGRAT.

Avance de las actividades de asistencia técnica

Desde que se implementó el programa RIGRAT en el año agrícola 2014-2015, se han realizado una serie de actividades en las nueve superficies RIGRAT (del orden de 1,000 ha cada una). Las actividades básicas de asistencia técnica se ejecutaron en la totalidad de las parcelas y las actividades de tecnificación del riego parcelario se ejecutaron en las parcelas que presentaron condiciones más desfavorables para la aplicación del riego parcelario, es decir, aquellas parcelas en las que se esperaba el mayor impacto en los indicadores de evaluación.

Las actividades básicas de asistencia técnica son: la caracterización de parcelas con fines de riego, el seguimiento del riego, la medición del agua a nivel parcelario y la evaluación del riego. En el caso de la caracterización de parcelas, las texturas de suelos se determinaron para una fracción de las superficies RIGRAT, debido al costo adicional que esta actividad implica.

Las actividades de tecnificación del riego corresponden al diseño y trazo del riego parcelario, así como, a la nivelación de terrenos agrícolas. Estas actividades se ejecutaron en las parcelas que presentaron condiciones más desfavorables para la aplicación del riego parcelario, es decir, aquellas parcelas en las que se espera la mayor reducción de la lámina aplicada y en consecuencia del volumen aplicado.

El diseño, la recta y el trazo de riego se realizaron en diferentes proporciones en las superficies RIGRAT. La Figura 13 muestra la superficie anual promedio con recetas de riego; y la Figura 14 presenta la superficie acumulada con trazos de riego (proyectada y realizada), al cierre del año agrícola 2018-2019.

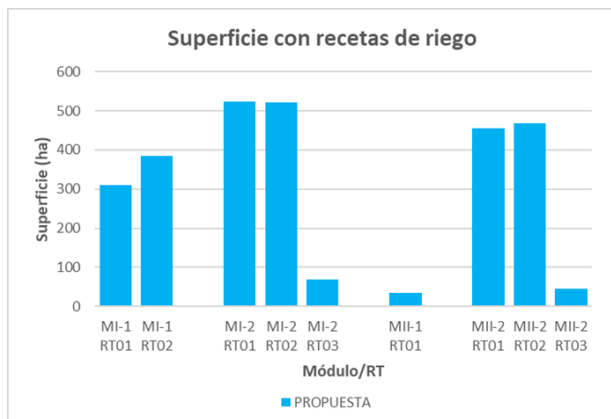


Figura 13. Superficie anual promedio con recetas de riego

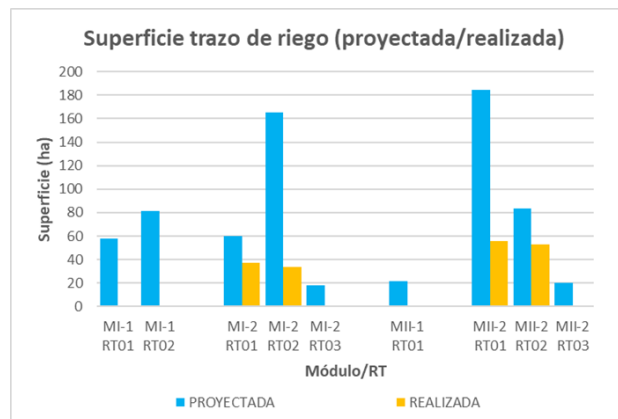


Figura 14. Superficie acumulada con trazo de riego

Los proyectos ejecutivos y los trabajos de nivelación de tierras (Figura 15) también se llevaron a cabo en diferentes proporciones en las superficies RIGRAT. La Figura 16 muestra la superficie acumulada con proyectos ejecutivos de nivelación y la superficie acumulada con trabajos de nivelación de tierras, al cierre del año agrícola 2018-2019.



Figura 15. Trabajos de nivelación de terrenos agrícolas

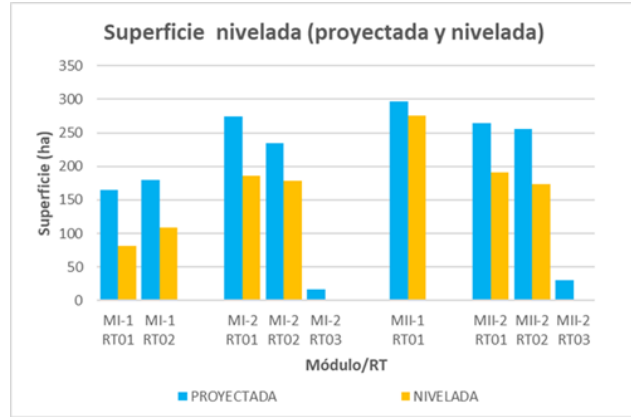


Figura 16. Superficie acumulada con nivelación de tierras

Indicadores para seguimiento y evaluación

Las actividades básicas de asistencia técnica realizadas de manera sistemática en cada año agrícola, provocaron una ligera reducción de la lámina aplicada. La Figura 17 muestra la evolución anual de la lámina aplicada total promedio para los tres principales cultivos (maíz, frijol y garbanzo) que se sembraron en las superficies RIGRAT, del DR 063 Guasave, Sinaloa, desde el año de implantación (2014-2015) hasta el año agrícola 2017-2018; como podrá observarse, en estos tres cultivos se presentó una clara tendencia a la reducción de la lámina aplicada. Esta reducción incidió directamente en la reducción del volumen aplicado y ésta a su vez en el incremento de la productividad del agua. Esta situación se puede confirmar en la Figura 18, en la que se observa una clara tendencia al incremento de la productividad del agua, en el mismo periodo de tiempo, para los mismos tres principales cultivos.

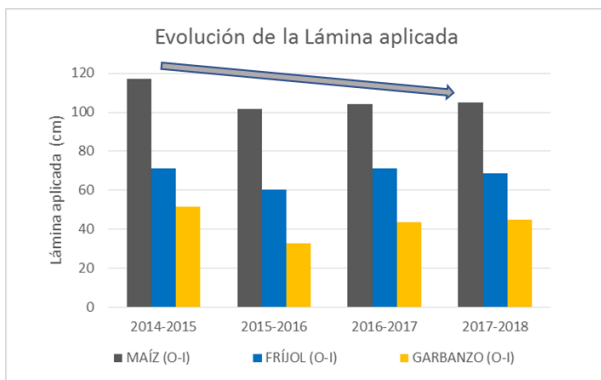


Figura 17. Evolución por año agrícola de la lámina aplicada

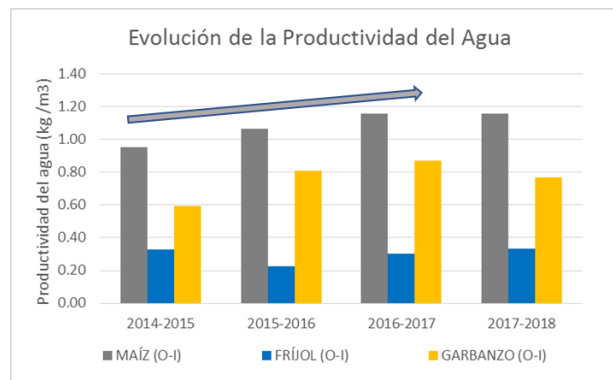


Figura 18. Evolución por año agrícola de la productividad del agua

Por lo anterior, las actividades básicas de asistencia técnica, influyeron positivamente en la reducción del volumen aplicado en las parcelas, en las que sembraron los mismos cultivos en el año de implantación respecto a los años de seguimiento. Esta reducción del volumen aplicado se manifiesta como un volumen anual ahorrado, que resulta de la comparación del año de implantación respecto a los años de seguimiento. La Figura 19 presenta el volumen anual promedio de agua ahorrada en las superficies RIGRAT, de cada uno de los cuatro módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa, mientras que, la Figura 20 presenta el volumen anual promedio de agua ahorrada por superficie RIGRAT (330 millares m³), y su proyección considerando la superficie promedio por Módulo de riego y la superficie del Distrito de riego 063 Guasave, Sinaloa.

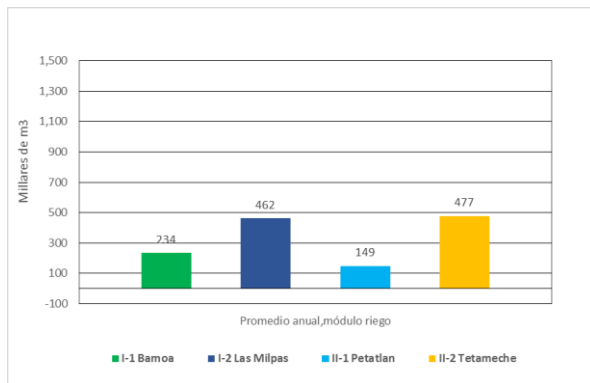


Figura 19. Volumen anual promedio de agua ahorrada.

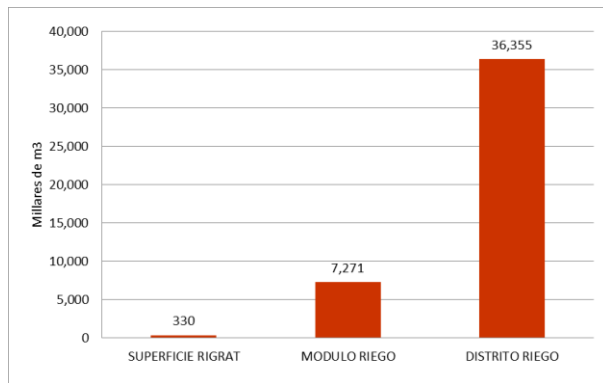


Figura 20. Proyección del volumen anual promedio de agua ahorrada.

Las actividades de tecnificación del riego parcelario como son el diseño y trazo del riego parcelario y los trabajos de nivelación de tierras, provocaron un mayor impacto en los indicadores de evaluación (productividad del agua y la utilidad neta), que las actividades básicas de asistencia técnica; además, este impacto se presentó de manera inmediata en el año agrícola de seguimiento en que se llevó a cabo la actividad de tecnificación.

La Figura 21 presenta la productividad del agua (PA) de dos parcelas de 10 ha sembradas con maíz, en la primera se llevó a cabo el diseño y trazo del riego parcelario, y en la segunda, los trabajos de nivelación de tierras, como podrá observarse, en ambas parcelas la productividad del agua presentó un incremento inmediato, comparando el año de implementación respecto al año de seguimiento, en el que se llevaron a cabo el diseño y trazo y la nivelación del terreno, también podrá observarse que, la nivelación de tierras generó el mayor incremento de la productividad del agua.

La Figura 22 muestra la utilidad neta (UN) de las mismas parcelas, podrá observarse, que en ambas parcelas esta utilidad también presentó un incremento inmediato, comparando el año de implementación respecto al año de seguimiento, en el que se realizaron el diseño y trazo y la nivelación del terreno, también podrá observarse que la nivelación de tierras generó el mayor incremento de la utilidad neta. Para este último indicador, afectó positivamente que el precio de venta del maíz se incrementó en año de seguimiento, respecto al año de implementación.

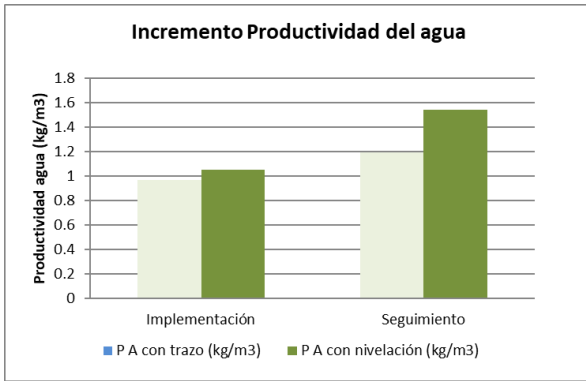


Figura 21. Incremento de la productividad del agua con trazo y con nivelación.

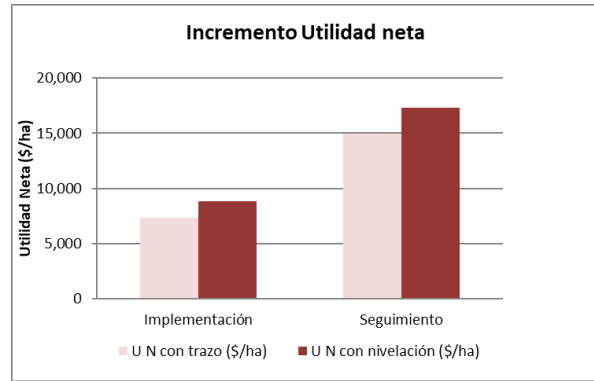


Figura 22. Incremento de la utilidad neta con trazo y con nivelación.

Conclusiones

La asistencia técnica y la tecnificación del riego permiten hacer un uso eficiente del agua de riego, e inciden respectivamente en menor y mayor medida en la reducción de los volúmenes aplicados a nivel de parcela, en el incremento en la productividad del agua y en el incremento de la utilidad neta de los productores. Es decir, estas acciones de asistencia técnica y de tecnificación del riego contribuyen a mejorar la producción agrícola en los distritos de riego.

Referencias Bibliográficas

- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2014), Informe Final del proyecto RD 1433 “Realizar la Implantación, Seguimiento y Evaluación en 8,000 ha que se Incorporan al Proyecto Riego por Gravedad Tecnificado, en 2014, en el Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa”, México. Ed. IMTA, 155 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2017), Componente 1 “Coordinación, seguimiento y evaluación del RIGRAT en 9,000 ha del DR 063 Guasave, Sinaloa”, del Informe Final del proyecto RD 1624 “Desarrollar los trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 22,000 hectáreas, en los Distritos de Riego 063 Guasave, 075 Rio Fuerte y 076 Valle del Carrizo, Estado de Sinaloa”, México. Ed. IMTA, 130 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2018), Informe Final del proyecto RD 1733 “Coordinar los Trabajos de Seguimiento y Evaluación de la Componente de Riego por Gravedad Tecnificado, en una Superficie de 9,000 Hectáreas, en el Distrito de Riego 063 Guasave, Estado de Sinaloa”, México. Ed. IMTA, 162 p.