





II CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2016

Chapingo, Edo. de México, del 08 al 10 de septiembre

EL PROYECTO DE RIEGO POR GRAVEDAD TECNIFICADO 2015-2016, EN EL DISTRITO DE RIEGO 076 VALLE DEL CARRIZO, SINALOA

Pedro Pacheco Hernández^{1*}; Justo Antelo Villareal²; Juan Carlos Herrera Ponce¹; Helene Unland Weiss¹; Juan Manuel Ángeles Hernández¹; Jorge Andrés Castillo González¹; María Dolores Olvera Salgado¹

¹Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuaunáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550. México. ppacheco@tlaloc.imta.mx. (*Autor para correspondencia)

²Jefatura de Distrito de Riego 076, Valle del Carrizo, Sin. Comisión Nacional del Agua. C.P. 81320, Villa Gustavo Díaz Ordaz, Sin.

Resumen

Desde el ciclo Otoño-Invierno (OI) 2014-2015, la Comisión Nacional del Agua, ha contratado al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua para implementar el proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa, para hacer un uso más racional del agua de riego parcelario, incrementando así la eficiencia a nivel parcelario, mediante los componentes básicos siguientes: la capacitación y asistencia técnica a los usuarios; 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, para ajustar los programas de riego inicialmente elaborados con datos estadísticos de clima; la evaluación y seguimiento del riego parcelario, para garantizar que se aplique lo más cercano a del cultivo en el intervalo de riego; y por último la entrega y cobro volumétrico del agua de riego servida en la parcela. En el ciclo OI 2015-2016, se ha mantenido el impacto de los indicadores del proyecto para una superficie de 6,037 ha distribuidas en cinco módulos de riego. Láminas netas de 653.84 mm, comparadas con la estadística hidrométrica de 679.50 mm, resulta en ahorro de 25.66 mm, en toma granja o de 2,808,090 m³ a nivel presa, considerando una eficiencia de conducción global de 64%. El incremento de rendimientos obtenido es de 17% en relación con otros años.

Palabras clave adicionales: RIGRAT, riego superficial, asesoría en riego.



Introducción

Desde el ciclo Otoño-Invierno (OI) 2014-2015, el IMTA colabora con la CONAGUA en la implementación del proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT), para hacer un uso eficiente del agua de riego parcelario e incrementar el rendimiento de los cultivos. El proyecto considera una serie de acciones técnicas, como son: la capacitación y asistencia técnica a los usuarios; 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, para ajustar los programas de riego inicialmente elaborados con datos estadísticos de clima; la evaluación y seguimiento del riego parcelario, para garantizar que se aplique lo más cercano a del cultivo en el intervalo de riego; y por último la entrega y cobro volumétrico del agua de riego servida en la parcela. 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.

El IMTA coordina la implementación, seguimiento y evaluación del proyecto RIGRAT en una superficie de 50,000 ha, donde, para el estado de Sinaloa, considera una superficie de 40,000 ha distribuidas en los ocho distritos de riego del Estado. En el caso particular del DR 076 Valle del Carrizo, Sinaloa, para cinco módulos de riego de este Distrito se realiza el seguimiento y evaluación de una superficie de 6,000 hectáreas, distribuida en seis superficies 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).

Este documento resume las acciones del seguimiento y evaluación del RIGRAT en 6,000 ha del DR 076 Valle del Carrizo, Sinaloa, para el año agrícola 2015-2016, en comparación con los estadísticos y resultados del ciclo OI 2014-2015 (Pacheco *et al* 2015).

Materiales y métodos

El IMTA coordinó el seguimiento y evaluación del proyecto RIGRAT.

El seguimiento del proyecto RIGRAT

El seguimiento técnico del proyecto RIGRAT se realizó en coordinación con los RT y el ST, los gerentes de los Módulos de riego, su SRL y CONAGUA considerando: el diseño y trazo del riego parcelario, la medición del agua en la parcela, la entrega y cobro del agua por volumen, el pronóstico del riego en tiempo real, la evaluación del riego parcelario y la nivelación de tierras.

2.1 Diseño y trazo del riego parcelario. El diseño del riego por gravedad se realizó empleando el modelo RIGRAV o el Método Simplificado, el cual considera la longitud de la parcela, su pendiente y las características hidrodinámicas del suelo, para seleccionar el gasto y el tiempo de riego óptimo para las parcelas de la



superficie beneficiada. Respecto al trazo del riego parcelario, se realizó en las parcelas que así lo requieran, determinando el sentido, la longitud de la tirada de riego, el ancho de la tirada de riego y el número de puestas de riego, evitando gastos erosivos.

- 2.2 Medición del agua en la parcela. Se midió el tiempo y gasto en las tomas granja o las parcelas de la superficie beneficiada, utilizando el método de aforo, el equipo o la estructura de medición disponibles y que se adaptaron mejor a las condiciones parcelarias de cada módulo.
- 2.3 Entrega y cobro del agua por volumen. El volumen entregado en las tomas granja y las parcelas de la superficie beneficiada, obtenido a partir del tiempo y gasto promedios aplicado, se registró para disponer de información para verificar la correspondencia de la entrega con cobro del riego parcelario por volumen.
- 2.4 Pronóstico del riego en tiempo real. La medición de contenido de humedad con TDR en la parcela, los parámetros físicos del suelo, la información climática disponible y los parámetros fisiológicos de los cultivos, permitió la aplicación del pronóstico del riego en tiempo para determinar el cuándo y cuánto regar en las parcelas de la superficie beneficiada, con base en uso de software, hojas de cálculo o cálculos manuales.
- 2.5 Evaluación del riego parcelario. A partir de las mediciones de campo, del requerimiento de riego de los cultivos, de la lámina de riego aplicada y de la lámina infiltrada, para aquellas parcelas que presentaron las condiciones de campo requeridas, se determinó la eficiencia de aplicación, la de uniformidad de distribución o ambas.
- 2.6 Nivelación de tierras. Se definieron las parcelas factibles de nivelación dentro de la superficie beneficiada, a partir del cual se llevó a cabo el levantamiento topográfico, el proyecto de nivelación y la supervisión de los trabajos de nivelación, donde hubo interés y recursos económicos de los usuarios.

La evaluación del proyecto RIGRAT

La evaluación del proyecto RIGRAT para la superficie beneficiada en el Distrito de riego 076 Valle del Carrizo se realizó a partir de: 1) la superficie atendida, 2) el volumen de agua entregado y las láminas aplicadas, 3) la valoración del impacto del proyecto considerando para ello indicadores de eficiencia de aplicación (incremento y ahorro de agua) e indicadores de rendimiento (incremento en parcelas con acciones de tecnificación).



Análisis y discusión de resultados

Los resultados del proyecto, permiten hacer el siguiente análisis

El seguimiento del proyecto RIGRAT

El seguimiento del proyecto permitió obtener información para evaluar sus impactos.

2.1 Diseño y trazo del riego parcelario. A partir de la información recopilada y generada (Cuadros 1 y 2), el diseño del riego por gravedad se realizó empleando el modelo RIGRAV, o el método simplificado (Figura 1 y Cuadro 3), de acuerdo con el trazo actualizado, con base en estudios topográficos de precisión, por lo que no hubo problemas en su manejo en campo.

Cuadro 1. Parámetros físicos de la muestra de suelos del Módulo 2

Nombre Usuario	Prof.	Textura	Arcilla	Limo	Arena	M.O	D.A	CC	PMP	НА
Nombre Osuano	(cm)		(%)	(%)	(%)	(%)	g/cm ³	(%)	(%)	(%)
Ernesto Barreras Hernandez	60	Arcillo Arenosa	48	8	44	1	1.2	39	26	12
Dolores Cota G.	60	Arcillo Arenosa	48	8	44	1	1.2	39	26	12
Bernardo Flores Velázquez	60	Arcillo Arenosa	48	8	44	1	1.2	39	26	12

Cuadro 2. Superficie, geometría, desnivel y trazo de riego actual de parcelas del Módulo 2

				Altitud		Pendi.		
Cuenta	Sup(ha)	Latitud(N)	Longitud(O)	(msnm)	Estación	(%)	Orienta	Trazo
816-01	5	26.255860°	-08.991830°	14	Carrizo	0.2	E-W	300
141-01	10	26.249244°	-09.005899°	12	Carrizo	0.15	E-W	320
303-01	10	26.250198°	-09.000480°	14	Carrizo	0.12	E-W	320



Figura 1. Diseño con Software RIGRAV usuario Modulo 2.



Cuadro 3. Ejemplo de Diseños Simplificados Módulo 2

Suddie of Ejemple de				Lamina (10 Cm)	Lamina (12 Cm)	
Usuario	Textura	Ancho Surco (m)	Longitud	Gasto Unitario (0.75 m)	Gasto Unitario (0.75 m)	Pendiente
Abel Nevares Meras	Arcillo- Arenosa	0.75	759.86	1.71	1.71	0.389%
Adolfo Valenzuela Robles	Arcillo- Arenosa	0.75		0.00	0.00	0.236%
Alicia Pacheco Juárez	Arcillo- Arenosa	0.75	574.48	1.29	1.29	0.365%

2.2 Medición del agua en la parcela. Se midió con equipo ultrasónico, propela digital, estructuras construidas por el técnico RIGRAT y el Módulo de riego, con flotador o con sifones (**Figura 2**), en todos los módulos de riego, durante el desarrollo del proyecto, lo que permite obtener información medida con precisión y no estimada, como en otras áreas RIGRAT.



Medición con equipo ultrasónico



Medición con propela digital



Medición con vertedor



Medición con sifones

Figura 2. Medición de gastos



2.3 Entrega y cobro del agua por volumen. El registro y su disposición al Módulo de riego, de información estadística de aforos, permitirán la implementación (en el corto plazo) de la entrega y cobro del riego parcelario por volumen, como lo muestran los Cuadros 4, 5 y 6, para el Módulo 1, por ejemplo, donde se aprecia que es posible discernir entre los usuarios que utilizan el volumen que pagan (6,000 m³/ha = 60 cm de lámina), los que se exceden y deberían pagar más, y los aplican menos y se les debería recompensar con dinero, volúmenes o riegos adicionales.

Cuadro 4. Seguimiento a volumen y lámina del riego de presiembra en el Módulo 1

_		Pre-Siembra				
Nombre	Sup (ha)	Fecha	Vol (m³)	La (cm)		
Crecencio Beltrán Beltrán	10.68		0.00			
Rigoberto Sosa Villarreal	10.23		0.00			
Adrián Villarreal Ruiz	16.67		0.00			
Guillermo Valenzuela	9.93		0.00			
Ramón Covarrubias	11.68	23/11/2015	22,280.83	19.08		
Ramón Humberto V.	28.14		0.00			

Cuadro 5. Seguimiento a volumen y lámina del riego de auxilio 1 y 2 en Módulo 1

_	1e	r Auxilio.		2d	o Auxilio.	
Nombre	Fecha	Vol (m³)	La (cm)	fecha	Vol (m³)	La (cm)
Crecencio Beltrán Beltrán	10/01/2016	26,291.52	24.62	08/02/2016	14,290.38	13.38
Rigoberto Sosa Villarreal	12/01/2016	20,464.64	20.01	10/02/2016	16,154.64	15.79
Adrian Villarreal Ruiz	25/01/2016	23,160.14	13.89	21/02/2016	24,321.72	14.59
Guillermo Valenzuela	14/01/2016	3,904.74	3.93	12/02/2016	16,104.96	16.21
Ramón Covarrubias	26/01/2016	26,840.38	22.98	24/02/2016	25,118.64	21.51
Ramón Humberto V.	31/01/2016	72,501.15	25.76	24/02/2016	64,894.87	23.06

Cuadro 6. Volumen y lámina del riego de auxilio 3 y acumulado en Módulo 1

-	3e	r Auxilio.	Totales		
Nombre	fecha	Vol (m³)	La (cm)	Vol acum (m³)	La (cm)
Crecencio Beltrán Beltrán	02/03/2016	33,421.70	31.30	74,003.60	69.31
Rigoberto Sosa Villarreal	04/03/2016	11,610.00	11.35	48,229.28	47.15
Adrian Villarreal Ruiz	09/03/2016	24,724.80	14.83	72,206.67	43.32
Guillermo Valenzuela	05/03/2016	17,635.94	17.75	37,645.64	37.89
Ramón Covarrubias	19/03/2016	11,404.80	9.77	85,644.64	73.33
Ramón Humberto V.	23/03/2016	39,842.40	14.16	177,238.42	62.98



2.4 Pronóstico del riego en tiempo real. El pronóstico del riego en tiempo real, para determinar el cuándo y cuánto regar en las parcelas de la superficie beneficiada, se realizó con software desarrollado por INIFAP (Irrimodel), las AC y su SRL (SIPRES), asociado a hojas de cálculo, permitiendo ajustar los momentos de riego, en consenso con los productores beneficiados, la etapa del cultivo (Figura 3 Izquierda) y las mediciones de humedad del suelo con TDR, reforzada con mediciones de cada RT de la precipitación pluvial (Figura 3 Derecha), esto último fundamental pues tiene un comportamiento monzónico y entre áreas RIGRAT, este parámetro varía en demasía. Generando así cada RT, cuadros de pronóstico como se muestra en el (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ejemplo de parcelas de trigo monitoreadas en el Módulo 2

Usuario	Clase Textural	Fecha Muestreo	Altura Planta (cm)	Kc	Et o	Días a Riego	Fecha de Riego
Bernardo Flores	Arcilla						martes, 12 de
Velázquez	Alcilla	16/12/2015	13	0.4	3.5	27	enero de 2016
Candelaria	Arcilla						sábado, 23 de
Velázquez	Alcilla	16/12/2015	12	0.4	3.5	38	enero de 2016
Sergio Orduño	Arcilla						martes, 12 de
Escalante	Alcilla	16/12/2015	13	0.4	3.5	27	enero de 2016



Figura 3. Etapa fenológica y pluviómetro en campo

2.5 Evaluación del riego parcelario. Para aquellas parcelas que presentaron las condiciones de campo requeridas, se determinó la eficiencia de aplicación, la uniformidad de distribución o ambas, a partir de las mediciones de campo, del requerimiento de riego de los cultivos, de la lámina de riego aplicada y de la lámina infiltrada.



2.6 Nivelación de tierras. En todos los módulos de riego se confirmaron las parcelas factibles de nivelación dentro de la superficie beneficiada (Cuadro 8) y, de acuerdo con la disposición y problemática de cada módulo, se proporcionó el apoyo y la asesoría al personal técnico del módulo de riego para llevar a cabo el levantamiento topográfico, el proyecto de nivelación y la supervisión de los trabajos de nivelación en algunas parcelas, donde el Módulo 4 realizó más acciones completas, como se ilustra en las figuras 4 y 5.

Cuadro 8. Superficie RIGRAT con requerimiento de nivelación de tierras

MODULO	ZONA RIGRAT	NUM. PARCELAS	SUPERFICIE (ha)
Módulo 1	1	36	302.49
Módulo 2	1	28	230.00
Módulo 3	1	23	267.40
Módulo 3	2	63	526.00
Módulo 4	1	12	196.18
Módulo 5	1	72	350.00
SUMA		234	1872.07



Figura 4. Topografía para nivelación con estación total.



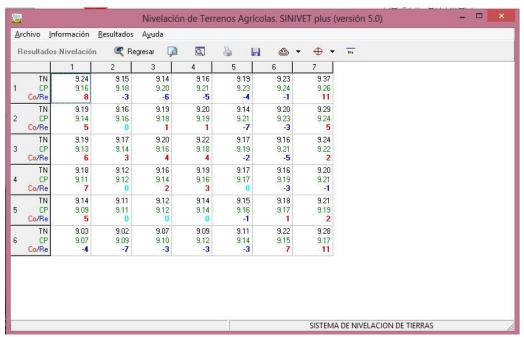


Figura 5. Cortes y rellenos en el software SINIVET

3 Evaluación del Proyecto RIGRAT

Se atendió, con diferente intensidad, al total de la superficie comprometida en el RIGRAT, para el DR076 Valle del Carrizo, Sinaloa, de acuerdo con los recursos disponibles en el tiempo y el interés de los usuarios y sus directivas, por lo que a partir de minería de datos faltantes y extrapolación al total del área RIGRAT por RT, es posible analizar sus impactos en los diferentes indicadores.

El Cuadro 9 muestra los indicadores del proyecto RIGRAT 2014-2015 a partir de la extrapolación a la superficie RIGRAT de los parámetros medidos a nivel parcelario en el cultivo de trigo, resultando en láminas netas de 654.70 mm y eficiencia de aplicación de 58.34% (Pacheco *et a*l 2015).

El Cuadro 10 muestra los indicadores del proyecto RIGRAT 2015-2016, también extrapolando a la superficie RIGRAT de los parámetros medidos a nivel parcelario en el cultivo de trigo por corresponder de nuevo al 90% de la superficie sembrada, resultando en láminas netas de 653.84 mm y eficiencia de aplicación de 58.48%.

Para 2014-2015, a nivel toma granja las láminas netas de 654.70 mm, comparadas con la estadística hidrométrica de 679.50 mm, resultaron en un ahorro de 25.9 mm, implicando, a su vez un ahorro 1,779,500 m³ y considerando una eficiencia en la conducción por estadística hidrométrica de la Toma Granja a la Presa de 64%, resulta en un ahorro de 50.58 mm, implicando un ahorro 2,780,461 m³ a nivel presa (Cuadro 11). Para 2015-2016, a nivel toma granja las láminas netas de 653.84 mm, comparadas también con la estadística hidrométrica



de 679.50 mm, resulta en un ahorro de 24.8 mm, implicando, un ahorro 1,865,540 m³ y un ahorro promedio de 79.26 mm y de 2,808,090 m³ a nivel presa (Cuadro 11).

Cuadro 9. Indicadores ciclo agrícola Otoño-Invierno (2014-2015) en el DR 076 Valle del Carrizo, Sinaloa (Pacheco *et a*l 2015)

	Superficie	Req.	Lámin	Eficiencia	Eficiencia	Efic.	Lámina	Rendim
Distrito	Establecid	Riego	a neta	Conduc.	aplicación	Global	bruta	(Ton/Ha
	a (ha)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(mm))
Mod. 1	1008.08	381.60	651.00	64.00	58.62	37.52	1017.19	4.70
Mod. 2	1000.00	381.60	670.00	64.00	56.96	36.45	1046.88	4.30
Mod. 3	2020.44	381.60	633.00	64.00	60.28	38.58	989.06	4.00
Mod. 4	1017.31	381.60	634.51	64.00	60.14	38.49	991.42	4.62
Mod. 5	1000.00	381.60	685.00	64.00	55.71	35.65	1070.31	4.20
Tot/Med	6045.83	381.60	654.70	64.00	58.34	37.34	1022.97	4.36

Cuadro 10. Indicadores ciclo agrícola Otoño-Invierno (2015-2016) en el DR 076 Valle del Carrizo, Sinaloa

Distrito	Superficie Establecid a (ha)	Req. Riego (mm)	Lámin a neta (mm)	Eficiencia Conduc. (%)	Eficiencia aplicación (%)	Efic. Global (%)	Lámina bruta (mm)	Rendim (Ton/Ha)
				·				
Mod. 1	1,015.67	381.6	684.7	0.64	55.73	0.36	1069.73	6.41
Mod. 2	1,000.40	381.6	655.5	0.64	58.22	0.37	1025.86	6.3
Mod. 3	2,020.40	381.6	633	0.62	60.28	0.37	1019.79	5.8
Mod. 4	1,001.40	381.6	611	0.68	62.45	0.42	901.72	5.62
Mod. 5	1,000.00	381.6	685	0.60	55.71	0.33	1142.78	5.32
Tot/Med	6,037.87	381.60	653.84	0.64	58.48	0.37	1031.98	5.89

Para este análisis, con fines comparativos de los indicadores de producción para un rendimiento de 5.12 ton/ha en 2006-2014, de 5.51 ton/ha en 2013-2014 y de 4.36 ton/ha en 2014-2015 en el área RIGRAT, con una variación de 4.0 a 4.7 ton/ha (Pacheco *et a*l 2015), se tienen un incremento en el rendimiento a 5.89 ton/ha en 2015-2016 en el área RIGRAT, con una variación de 5.32 a 6.41 ton/ha (Cuadro 9 y 10), es decir, considerando todos los valores anteriores, para 2015-2016 se tiene un incremento de la producción del 17%, sin dejar de observar que éste fue un buen año agrícola para el cultivo de trigo en todo el Valle del Carrizo.

A partir de la información de los Cuadro 9 y Cuadro 10, .se determinaron los indicadores para el cultivo principal del Distrito de riego, que es el trigo, donde se muestra que las láminas de riego, eficiencias de aplicación y volúmenes de ahorro de agua se mantienen prácticamente igual y de manera global en los ciclos 2014-2015 y 2015-2016, cumpliendo un alto porcentaje las metas establecidas, sin embargo, se aprecia una alta dispersión de los resultados entre los módulos, sobresaliendo el Módulo 5, que no ha ahorrado agua, en relación con la media del Distrito de riego, por ser el módulo de mas reciente creación y cuyos terrenos



requieren más habilitación física y asesoría técnica a nivel parcelario, incluso en la red de conducción y caminos.

De manera global en el periodo 2006-2014 y los ciclos 2014-2015 y 2015-2016, la eficiencia de aplicación fue de 56.16%, 58.34% y 58.48%, indicando un pequeño y sostenido incremento en sus valores y a nivel presa. Asimismo de manera global en los ciclos 2014-2015 y 2015-2016, se da un ahorro 2,780,461 m³ y de 2,808,090 m³, a nivel presa (Cuadros 11 y 12), valores muy cercanos a la meta establecida por el programa, a nivel Distrito de Riego 076, Valle del Carrizo, Sinaloa.

Cuadro 11. Indicadores ciclo agrícola Otoño-Invierno (2014-2015) en el DR 076 Valle del

Carrizo, Sinaloa por Módulo de Riego (M.R.) a nivel presa.

M.R.	Superficie Establecida (Ha)	Lamina Bruta 2006- 2014 (mm)	Lámina buta RIGRAT (mm)	Lámina ahorro RIGRAT (mm)	Volumen 2006-2014 (Miles m3)	Volumen RIGRAT (Miles m3)	Volumen Ahorro RIGRAT (Miles m3)
Mod. 1	1,008.08	1,061.72	1,017.19	44.53	10,701.98	11,150.89	448.91
Mod. 2	1,000.00	1,061.72	1,046.88	14.84	10,616.20	10,764.64	148.44
Mod. 3	2,020.44	1,061.72	989.06	72.66	21,449.40	22,917.37	1,467.98
Mod. 4	1,017.31	1,061.72	991.42	70.30	10,799.97	11,515.10	715.14
Mod. 5	1,000.00	1,061.72	1,070.31	0	10,616.20	10,616.20	0.00
Tot/Med	6,045.83	1,061.72	1,022.97	50.58	64,183.74	66,964.20	2,780.46

Cuadro 12. Indicadores ciclo agrícola Otoño-Invierno (2015-2016) en el DR 076 Valle del

Carrizo, Sinaloa por Módulo de Riego (M.R.) a nivel presa.

<u> </u>	Carrizo, Cirialda por Modalo de Mego (Mint.) a filver presa.										
M.R	Superficie Establecida (Ha)	Lamina Bruta 2006- 2014 (mm)	Lámina buta RIGRAT (mm)	Lámina ahorro RIGRAT (mm)	Volumen 2006-2014 (Miles m3)	Volumen RIGRAT (Miles m3)	Volumen Ahorro RIGRAT (Miles m3)				
Mod. 1	1,015.67	1,061.72	1,069.73	0	10,782.56	10,782.56	0				
Mod. 2	1,000.40	1,061.72	1,025.86	35.86	10,620.45	10,979.14	358.70				
Mod. 3	2,020.40	1,061.72	1,019.79	41.93	21,448.97	22,296.08	847.11				
Mod. 4	1,001.40	1,061.72	901.72	160.00	10,631.06	12,233.35	1,602.28				
Mod. 5	1,000.00	1,061.72	1,142.78	0	10,616.20	10,616.20	0				
Tot/Med	6,037.87	1,061.72	1,031.98	79.26	64,099.24	66,907.33	2,808.09				

Conclusiones

Considerando el rendimiento en 2006-2014, en 2013-2014 y en 2014-2015, el rendimiento a 5.89 ton/ha en 2015-2016 en el área RIGRAT, implica un incremento del rendimiento de 17%.



Las láminas netas de 654.70 mm, comparadas con la estadística hidrométrica de 679.50 mm, resulta en un ahorro de 24.8 mm, implicando, con las limitantes del análisis y el desarrollo del proyecto, a su vez un ahorro 2,808,090 m³ a nivel presa.

Referencias bibliográficas

Pacheco Hernández P., Herrera Ponce J.C., Unland Weiss H. y Flores Velázquez J. 2015. El Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado 2014-2015, en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa. Memorias I Congreso Nacional COMEII 2015. Jiutepec, Morelos, 23 a 24 noviembre de 2015.

Agradecimiento. Se reconoce y agradece a la Comisión Nacional del Agua la aportación del 75% de los costos del proyecto RIGRAT y el 25% restante a los usuarios de riego a través de sus Módulos de Riego, en particular a técnicos y directivos del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo y los Módulos de Riego No. 1, No. 2, No. 3, No. 4 y No. 5