

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA







DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL RIEGO POR GRAVEDAD, EN EL D.R. 011 "ALTO RÍO LERMA", GUANAJUATO

Juan Manuel Angeles Hernández*; Vertario Trejo Segura; Helene Unland Weiss; María Dolores Olvera Salgado; Manuel Carrillo Castillo.

* jangeles@tlaloc.imta.mx

Il Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII 2016 08 al 10 de septiembre del 2016 Chapingo, México

ANTECEDENTES







Las pérdidas de agua durante su aplicación en la parcela son principalmente por percolación o por escurrimiento.

Las pérdidas de agua por percolación durante el riego se deben generalmente a: longitudes muy grandes de riego, utilización de gastos por surco o melga muy pequeños, o en suelos muy permeables. Las pérdidas de agua por escurrimiento en las parcelas se presentan en la parte final de los surcos o melgas, cuando se manejan gastos mayores que los necesarios, ó bien porque el regador no está al pendiente del riego, principalmente.

"En la aplicación del agua en la parcela con riego superficial, o por gravedad, se han obtenido las eficiencias de aplicación que se presentan en seguida: surcos, del 55 al 77%; bordos, del 63 al 84%; melgas, del 56 al 80%, y melgas a nivel, del 77 al 84 por ciento", (Peña, 2008).

En este contexto dada la importancia de evaluar la eficiencia de aplicación del riego en el Distrito de Riego 011, "Alto Río Lerma", Gto. en el marco del Proyecto de Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT), en una superficie de riego de 7,075 ha, en beneficio de 2,023 productores de siete Módulos de Riego, se realizó la determinación y análisis de la eficiencia de aplicación del riego por gravedad para el ciclo OI de los años agrícolas 2014/2015 y 2015/2016, a partir de información obtenida en campo por los técnicos del proyecto Rigrat.

OBJETIVO







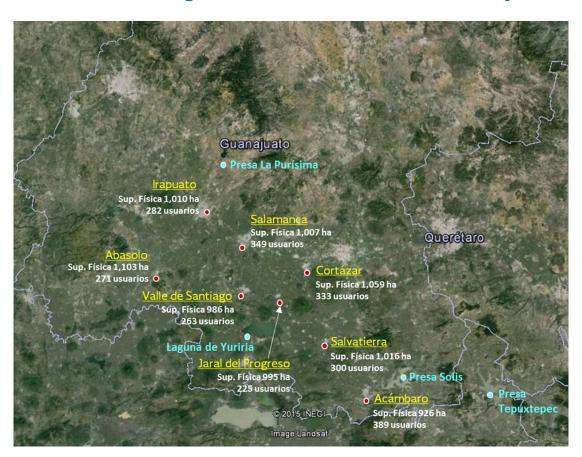
 Determinar la eficiencia de aplicación del riego por gravedad, a través de la lámina de riego obtenida de aforos volumétricos en parcelas de siete Módulos de riego del Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma", Guanajuato.







Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma", Guanajuato:



11 Módulos de riego

Superficie dominada: 116,930 ha

Superficie regable: 116,016 ha

Usuarios: 25,686

Estadística agrícola 2011-2012

Superficie sembrada: 147,339 ha

Otoño invierno: 67,959 ha

Primavera-Verano: 21,583 ha

Perennes. 6,144 ha

Segundos cultivos: 51,653 ha







Eficiencia de aplicación:

Ea Es la eficiencia de aplicación (%), el requerimiento de riego del cultivo (mm) y la lámina aplicada acumulada (mm).

$$ETr = ETo x Kc(2)$$

Evapotranspiración real (ETr) del cultivo, ETo es la evapotranspiración de referencia, calculada con Método de Penman-Monteith, y Kc es el coeficiente del cultivo.

Se determinaron los requerimientos de riego para los cultivos (**trigo, cebada**, maíz elote, frijol, garbanzo, tomate de cáscara, cebolla, zanahoria, avena, brócoli, lechuga y chícharo.

Pe es la precipitación efectiva







Información mínima recabada durante los aforos volumétricos realizados

Usuario	Número de cuenta y Subcuenta	Superficie regada (ha)	Cultivo	Fecha	Método	Gasto medido (l/s)	Tiempo de riego (min.)	Volumen (m3)	Lámina aplicada (cm.)
Juan Manuel González									
González	1741-0	10.52	Trigo	02/02/2016	Molinete	53.6	8,463.7	27,219	25.9
Héctor Gómez Durán	1703-0	12.20	Cebada	05/02/2016	Medidor Volumétrico	40.0	7,744.9	18,588	15.2
Ma. Concepción Aguilar Gallardo	1635-0	2.00	Trigo	05/02/2016	Medidor Volumétrico	34.0	2,875.4	5,866	29.3
Héctor Gómez Durán	1703-0	12.20	Cebada	08/02/2016	Medidor Volumétrico	36.0	9,079.1	19,611	16.1
Héctor Gómez Durán	1704-0	7.25	Cebada	10/02/2016	Medidor Volumétrico	46.0	5,188.1	14,319	19.8
Luis Hernández Elizarrarás	1658-0	4.90	Cebada	10/02/2016	Molinete	64.4	1,981.1	7,653	15.6
Rogelio Aguilar Hurtado	1648-0	5.6	Trigo	01/03/2016	Flotador	48.9	4,200.0	12,315.2	22.0
Antonio García González	16431	6.15	Trigo	01/03/2016	Flotador	32.0	6,832.0	13,117.4	21.3
José Juan Arredondo Delgado	1641-2	4.97	Cebada	02/03/2016	Flotador	49.6	3,340.6	9,945.7	20.0















Superficie establecida, aforos y lámina de riego por riego, durante los ciclos otoño invierno de los años agrícolas 2014/15 y 2015/16. Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma", Guanajuato.

Módulo de	Oto	ño invierno 201	4/15	Otoño invierno 2015/16			
Riego	Superficie establecida (ha)	Número de aforos	Lámina de riego media (cm)	Superficie establecida (ha)	Número de aforos	Lámina de riego media (cm)	
Salvatierra	709.6	110	25.6	460.6	194	21.65	
Jaral	740.0	35	22.5	752.8	45	21.53	
Valle	945.0	6	17.9	949.0	5	20.2	
Cortázar	850.8	10	19.4	716.3	109	21.8	
Salamanca	985.0	18	24.5	914.4	47	23.98	
Irapuato	976.7	16	22	734.0	66	16.7	
Abasolo	955.0	27	20.8	939.3	31	19.85	
Total	6,162.11	222	21.71	5,466.36	497	20.80	











Datos de clima promedio considerados para el D.R.011 "Alto Río Lerma", Gto., ciclos OI 2014/15 y OI 2015/16.

Mes	Temperatura (°C).		Velocidad del Viento	Radiación	Humedad relativa	. '	oitación nm)	(ETo)	
	Máx.	Mín.	Media	(km/hr)	(W/m ²)	(%)	Total	Efectiva	(mm)
2014									
Diciembre	24.1	6.71	18.45	3.12	335.01	59.77	6.2	2.5	79.2
2015									
Enero	23.79	6.32	14.55	4.35	397.98	55.42	6.8	4.4	96.4
Febrero	24.64	6.64	15.38	4.6	470.15	52.69	10.2	8.5	109.9
Marzo	24.89	8.74	16.5	4.06	491.32	62.15	129.2	101	129.6
Abril	28.97	10.75	19.67	2.85	554.75	53.63	13	16.6	153.6
Dic.	23.68	7.38	15.06	2.19	412.45	62.93	6.30	6.20	87.43
2016									
enero	22.09	5.65	13.53	2.32	413.63	54.30	1.60	1.60	91.60
febrero	24.68	5.21	14.62	3.23	495.16	41.53	0.07	0.10	113.00
marzo	26.10	9.48	17.76	3.68	535.25	45.61	26.47	26.50	133.37
abril	29.83	14.83	22.38	3.57	560.36	30.93	2.00	2.00	146.70

Pe = 133 mm

Pe = 36.4 mm

Información climatológica de la red de estaciones de la Fundación Guanajuato Produce A.C. (www.estaciones.fundacionguanajuato.mx)







Requerimiento de riego de los cultivos ciclo OI 2014/2015

Cultivo Fecha de siembra		Duración	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación efectiva	Requerimiento de Riego
		(días)		(mm)	(mm)
Trigo	15 diciembre	150	529.5	150.0	380.7
Cebada	01 diciembre	120	360.5	113.5	272.2
Maíz elote	01 febrero	120	488.2	186.0	316.1
Frijol	01 febrero	90	400.8	154.5	251.3
Garbanzo	01 diciembre	120	348.4	113.5	250.8
Tomate (cáscara)	01 enero	90	304.3	113.8	190.5
Cebolla	01 diciembre	120	382.4	113.5	273.7
Zanahoria	01 diciembre	120	394.2	113.5	279.3
Avena	01 diciembre	140	448	126.8	321.3
Brócoli	01 diciembre	110	337.3	86.5	253.0
Lechuga	01 diciembre	70	182.2	7.2	174.9
Chícharo	01 diciembre	140	490.0	126.8	363.2









Requerimiento de riego de los cultivos ciclo OI 2015/2016

Cultivo	Fecha de siembra	Duración	Evapotranspiración del cultivo (mm)	Precipitación efectiva	Requerimiento de Riego
Trigo	01 diciembre	150	520.3	35.4	484.8
Cebada	01 diciembre	120	380.8	32.7	347.4
Maíz elote	01 febrero	120	496.1	87.7	408.4
Frijol	01 febrero	90	345.9	29.2	318.2
Garbanzo	01 diciembre	120	370.2	32.7	336.8
Tomate (cáscara)	01 enero	90	323.1	27.3	295.8
Cebolla	01 noviembre	120	370.6	9.5	361.1
Zanahoria	01 noviembre	120	381.4	9.5	371.9
Avena	01 diciembre	140	471.8	34.0	437.8
Brócoli	01 diciembre	110	361.1	26.0	335.1
Lechuga	01 diciembre	70	191.7	7.8	183.9
Chícharo	01 diciembre	140	514.7	34.0	480.7







Ciclo OI 2014/2015

Módulo de Riego/Cultivo	Superficie establecida (ha)	Requerimiento de riego (mm)	Lámina aforada (mm)	Número de Riegos	Lámina acumulada (mm)	Eficiencia Aplicación (%)
Salvatierra	709.64	323.0	256.00	2.91	744.6	43.4
Trigo	357.08	380.7	256	3.06	783	48.6
Cebada	130.98	272.2	256	2.91	745	36.5
Maíz	63.21	316.1	256	2.24	573	55.1
Tomate de cáscara	48.96	190.5	256	3.43	878	21.7
Garbanzo	37.99	250.8	256	1.01	259	97.0
Frijol	39.48	251.3	256	3.75	960	26.2
Zanahoria	25.94	279.3	256	2.94	753	37.1
Cebolla	6.00	273.7	256	3.00	768	35.6
Jaral	740.01	309.3	225.0	2.97	668.8	46.3
Cebada	461.30	272.2	225	3.00	675	40.3
Trigo	255.90	380.7	225	3.00	675	56.4
Garbanzo	14.40	250.8	225	1.00	225	111.5
Cebolla	8.41	273.7	225	4.00	900	30.4
Valle	945.00	312.9	179.00	2.71	485.7	64.4
Cebada	581.15	272.2	179	2.70	483	56.3
Trigo	355.48	380.7	179	2.76	494	77.1
Garbanzo	7.93	250.8	179	1.60	286	87.6
Avena	0.44	321.3	179	3.00	537	59.8
Cortázar	850.81	336.1	194.00	3.89	754.6	44.5
Trigo	521.33	380.7	194	3.95	766	49.7
Cebada	286.01	272.2	194	3.77	731	37.2
Lechuga	27.09	174.9	194	4.00	776	22.5
Cebolla	6.79	273.7	194	4.00	776	35.3
Chícharo	4.35	363.2	194	4.00	776	46.8
Avena	2.10	321.3	194	3.00	582	55.2
Frijol	1.60	251.3	194	4.00	776	32.4
Garbanzo	1.54	250.8	194	4.00	776	32.3







Ciclo OI 2014/2015

Módulo de Riego/Cultivo	Superficie establecida (ha)	Requerimiento de riego (mm)	Lámina aforada (mm)	Número de Riegos	Lámina acumulada (mm)	Eficiencia Aplicación (%)
Salamanca	985.00	363.8	245.40	2.86	702.1	51.8
Trigo	831.89	380.7	245.4	2.97	729	52.2
Cebada	153.11	272.2	245.4	2.27	557	48.9
Irapuato	975.85	366.5	220.30	3.09	681.6	53.8
Trigo	852.61	380.7	220.3	3.13	690	55.2
Cebada	116.78	272.2	220.3	2.89	637	42.8
Tomate de cáscara	6.46	190.5	220.3	2.00	441	43.2
Abasolo	955.00	361.5	207.60	3.80	789.2	45.8
Trigo	781.28	380.7	207.6	3.98	826	46.1
Cebada	162.89	272.2	207.6	3.00	623	43.7
Avena	10.83	321.3	207.6	3.00	623	51.6
Total	6,161.31	341.0	217.1	3.18	687.3	50.5

Resultados

Ciclo OI 2015/2016

Módulo de Riego/Cultivo	Superficie Sembrada (ha)	Requerimiento de riego (mm)	Lámina aforada (mm)	Número de Riegos	Lámina acumulada (mm)	Eficiencia Aplicación (%)
Salvatierra	460.60	409.1	216.5	3.5	746.3	54.8
Trigo	218.00	484.4	200.0	4.1	810	59.8
Cebada	121.00	347.4	220.0	3.0	651	53.3
Avena	3.00	321.3	190.0	3.0	570	56.4
Zanahoria	35.70	371.9	260.0	3.2	832	44.7
Tomate de						
cáscara	23.60	295.8	210.0	3.8	800	37.0
Frijol	20.50	318.2	300.0	4.8	1437	22.1
Garbanzo	38.80	336.8	220.0	1.0	222	151.6
Jaral	752.82	354.2	215.3	3.0	651.1	54.4
Trigo	42.40	484.4	204	4.0	816	59.4
Cebada	677.80	347.4	216	3.0	648	53.6
Garbanzo	1.71	336.8	235	1.0	235	143.3
Fríjol	19.31	318.2	208	2.0	416	76.5
Brocolí	11.60	335.1	227.6	3.0	683	49.1
Valle	948.99	361.4	202.0	3.2	656.9	55.0
Trigo	97.66	484.4	216	3.9	847	57.2
Cebada	846.13	347.4	200	3.2	637	54.5
Frijol	3.3	318.2	212	2.0	424	75.0
Garbanzo	1.9	336.8	212	1.0	212	158.9
Cortázar	716.29	402.5	218.0	3.4	734.4	54.8
Trigo	308.93	484.4	213	3.9	830	58.4
Cebada	375.23	347.4	230	3.0	690	50.3
Cebolla	10.12	375.6	144	3.0	433	86.8
Garbanzo	3.00	336.8	274	1.0	274	122.9
Lechuga	19.01	183.9	97	3.0	291	63.2
Salamanca	914.37	398.2	239.8	3.3	779.8	51.1
Trigo	356.11	484.4	240.7	3.7	891	54.4
Cebada	551.64	347.4	239.2	3.0	718	48.4
Garbanzo	6.62	336.8	240	3	720	46.8
Irapuato	733.95	379.7	167.0	3.3	551.8	68.8
Trigo	222.71	484.4	168.0	4.0	672	72.1
Cebada	435.69	347.4	166.5	3.0	500	69.5
Frijol	10.07	318.2	166.5	3.0	500	63.7
Tomate de						
cáscara	26.95	295.8	166.5	3.0	500	59.2
Cebolla	6.25	375.6	166.5	3.0	500	75.2
Lechuga	32.28	183.9	166.5	3.0	500	36.8
Abasolo	939.34	416.3	198.5	4.0	794.0	52.4
Trigo	468.20	484.4	198.5	4.0	794	61.0
Cebada	464.38	347.4	198.5	4.0	794	43.8
Avena	6.76	437.8	198.5	4.0	794	55.1
Total	5,466.36	387.9	208.2	3.4	703.8	55.6











Ciclo agrícola 2015/2016

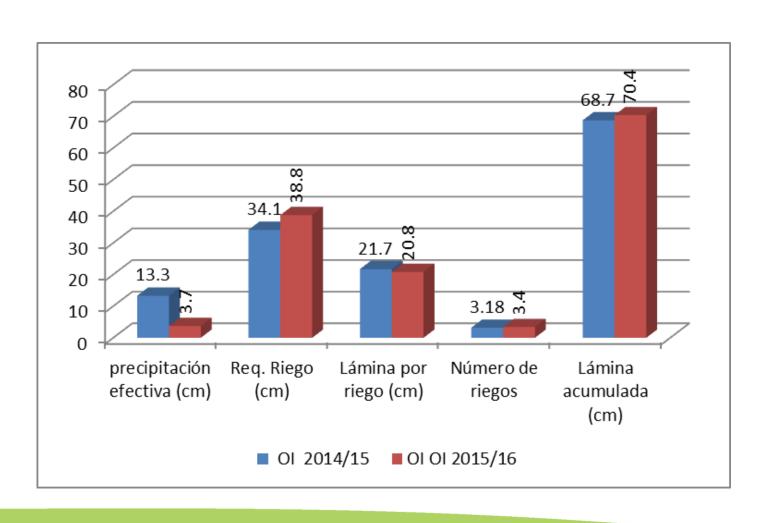
Módulo de Riego/Cultivo	Superficie Sembrada (ha)	Requerimiento de riego (mm)	Lámina aforada (mm)	Número de Riegos	Lámina acumulada (mm)	Eficiencia Aplicación (%)
Salvatierra	460.60	409.1	216.5	3.5	746.3	54.8
Jaral	752.82	354.2	215.3	3.0	651.1	54.4
Valle	948.99	361.4	202.0	3.2	656.9	55.0
Cortázar	716.29	402.5	218.0	3.4	734.4	54.8
Salamanca	914.37	398.2	239.8	3.3	779.8	51.1
Irapuato	733.95	379.7	167.0	3.3	551.8	68.8
Abasolo	939.34	416.3	198.5	4.0	794.0	52.4
Total	5,466.36	387.9	208.2	3.39	703.8	55.6

El trigo y la cebada representan el 95 % de la superficie sembrada en el ciclo OI







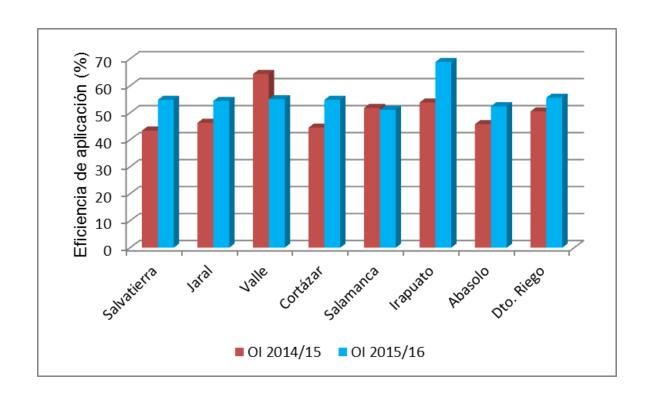








Eficiencia de aplicación (%)









CONCLUSIONES

- 1. Se determinaron las eficiencias de aplicación del riego de los ciclos OI 2014/2015 y 2015/2016 con información de los requerimientos de riego de los cultivos y de aforos volumétricos realizados a nivel de parcela en siete Módulos de riego del Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma", Guanajuato.
- 2. La eficiencia de aplicación obtenida a nivel del distrito de riego, con base en los requerimientos de riego calculados y en los aforos volumétricos parcelarios realizados en los ciclos OI 2014/2015 y 2015/2016 fue del 50.5 % y del 55.6 %, respectivamente.
- 3. La eficiencia de aplicación del riego del 50.5% del ciclo OI 2014/15 va acompañada de un requerimiento de riego de los cultivos de 34.1 cm, el cual es menor a la del ciclo OI 2015/2016, debido a que durante los meses de marzo y abril del 2015 se presentaron precipitaciones pluviales que disminuyeron el requerimiento de riego de los cultivos, pero sin embargo, el productor continuó con la misma dinámica de aplicación de los riegos.