

# EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE RIEGO EN EL MÓDULO IV DEL DISTRITO DE RIEGO 017 COMARCA LAGUNERA, MEXICO

## EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF IN THE IV-017 IRRIGATION MODULE DISTRICT, COMARCA LAGUNERA, MEXICO

M. Y. García Domínguez<sup>1</sup>, I. Sánchez Cohen<sup>2</sup>, G. García Herrera<sup>1</sup>, L. Moreno Díaz<sup>1</sup>, R. Trejo Calzada<sup>1</sup> y M. A. Hernández Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo.Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apdo. Postal 8. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias.INIFAP-CENID-RASPA

**RESUMEN.** En la comarca Lagunera la situación de la infraestructura hidro-agrícola ocasiona importantes pérdidas de agua por conducción en los canales de la red principal y secundaria, además existen 4,330 Km. de regadera sin revestir aunado a que las eficiencias de riego por gravedad a nivel parcelario son relativamente bajas. En el presente estudio se estimaron los índices de eficiencia en el manejo del agua de riego del Modulo IV en el Distrito 017, estimando los gastos en los canales de conducción (laterales, sublaterales y tomas), por medio del método del flotador y del molinete digital, en tres riegos de auxilio y la eficiencia en la aplicación en parcela. Los resultados indican que para el primer auxilio en la lateral 3+070 d y sus canales de derivación, se encontró una eficiencia de 83.87% con pérdida de 0.12 m<sup>3</sup>/seg/km, para el segundo auxilio la eficiencia calculada fue de 83.25% con 0.29 m<sup>3</sup>/seg/km y para el tercer auxilio se calculo el 79.44% de eficiencia con 0.20 m<sup>3</sup>/seg/km. Respecto a la eficiencia de aplicación en la parcela se evaluó un predio con maíz forrajero encontrándose que en el primer auxilio se obtuvo 89.38% de eficiencia, en el segundo se obtuvo 47.04% y en el tercero fueron 47.68%.

**Palabras clave:** Eficiencia, aplicación, conducción, distrito IV.

**SUMMARY.** The actual situation of the hydraulic infrastructure of irrigation district No. 017 has caused low conveyance efficiencies. On the other hand there are 4330 km of unlined channels. Also the irrigation efficiencies at plot level are low. In this study water management indexes were estimated within the irrigation module No. IV estimating the flow rates at the conveyance channels level (laterals and sub laterals) using the standard method (floating device) as well as a flow probe.

Results have shown that for the first irrigation in the lateral 3+070 d and derived channels, the conveyance efficiency was 83.87% having a channel loss 0.12 m<sup>3</sup>/seg/km; for the second irrigation the conveyance efficiency was 83.25% with losses of 0.29 m<sup>3</sup>/seg/km and for the third irrigation the efficiency 79.44% with loss of 0.20 m<sup>3</sup>/seg/km. At plot level, the efficiencies of irrigation were 89.38% 47.04% and 47.68% for the first second and third irrigations respectively.

**Keywords:** Efficiency, conveyance, management, district IV.

### INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera posee una infraestructura hidroagrícola con dos presas de almacenamiento, cuatro presas derivadoras, diversos tanques de almacenamiento, 3200 pozos y una red de distribución de mas de 1266 Kilómetros de canales y drenes, otras obras complementarias que potencialmente permitirían regar alrededor de 248,000 hectáreas, equivalentes al 5% de la superficie total de la región (Levine, 1999). Las condiciones de los cauces así como las longitudes de recorrido que tiene que hacer el agua a lo largo del Río Nazas y red de canales principales, secundarios e interparcelarios utilizados para conducir desde las

fuentes de aprovechamiento hasta cada una de las parcelas del Distrito de riego 017, ocasionan importantes pérdidas de agua por conducción en el tramo de 225 Km. de Río, 2432 Km. de canales en la pared principal y secundaria además de los 4,330 Km. de regadera sin revestir (Levine, 1999).

Las eficiencias de riego por gravedad a nivel parcelario son relativamente bajas, debido a pérdidas de agua por infiltración profunda o escurrimiento, las que ocasionan a su vez problemas de salinidad y drenaje, por lo que es determinante la estimación de los índices de desempeño del uso del agua con la finalidad de diseñar las mejores estrategias para el manejo del recurso agua.

Estas problemáticas han traído como consecuencia una significativa disminución de áreas de riego por gravedad en los últimos ciclos agrícolas; en 1991 la superficie fue de 105,769ha, en 1998 se pudieron regar 49,372 ha (Román y Sánchez, 2004).

Los índices o indicadores de eficiencia constituyen un método estándar para cuantificar y/o medir el desempeño de los sistemas o métodos de riego. Estos índices son esencialmente externos y miden lo que **entra** al sistema y lo que **sale**. Estos indicadores si se aplican juiciosamente pueden dar la pauta para identificar qué está funcionando **bien** y qué funciona **mal**, lo que permite establecer o seleccionar áreas prioritarias para desarrollar alternativas de mejora en el (los) sistemas de distribución y aplicación del agua de riego.

Para lograr la eficiencia del riego rodado se requiere considerar los intereses y posibilidades del productor, así como también desarrollar y/o aplicar tecnología que impulse los sistemas de riego presurizado (Martínez, 1994). La tecnificación del riego, implica una serie de factores que deben de ser considerados tanto desde el punto vista de la selección del método o sistema de riego (superficial o presurizado), como del diseño, operación y mantenimiento; considerando como base la capacitación para alcanzar las más altas eficiencias de manejo y conservación de los recursos hídricos disponibles (García, 1998). En forma general de riego por superficie se operan en base a las experiencias de los usuarios (regadores), sin ningún soporte tecnológico suficiente, por lo que es común que se incurra en desviaciones que conducen a una práctica de riego deficiente (Levine, 1999)

El objetivo del estudio fue la estimación de índices de eficiencia en el manejo del agua de riego del Módulo de Riego IV, del Distrito de Riego 017, desde su conducción en la bocatoma hasta la aplicación y distribución en la parcela. Así como también de obtener un diagnóstico técnico sobre uso y aprovechamiento del agua de riego a nivel parcelario, al estimar los índices de eficiencia, en conducción y aplicación.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización geográfica.** Está ubicado geográficamente entre los meridianos 102° 30' y 104° 48' de longitud Oeste y los paralelos 24° 25' y los 26° 55' de latitud Norte, con una altura aproximada de 1,130 msnm, se sitúa al Sureste del Estado de Coahuila y Noreste del Estado de Durango México (INEGI, 1998).

**Descripción.** En el Distrito de Riego 017 existe una red de canales de 2.465 Km, los cuales dominan una

superficie de 93,408.88 ha, dividida en 20 módulos de riego de los cuales 17 pertenecen al río Nazas y 3 al río Aguanaval; dentro de este distrito existen 35,130 usuarios ejidales ocupando una superficie de 81,491.34 ha de riego, así como también 2,826 usuarios que corresponden a la pequeña propiedad ocupan una superficie de 11,917.54 ha de riego.

**Característica del Módulo de riego IV “El Vergel”.** El Módulo de riego IV está integrado por: dos ejidos de Lerdo, uno de Matamoros y 24 de Gómez Palacio, que cubren una superficie de 13,157 ha, de las cuales en promedio se riegan 4,659 ha. Este Módulo cuenta con 1,845 usuarios de los cuales 1,409 son ejidatarios y 436 pequeños propietarios (INEGI, 2008) (Figura 1).

### Selección de canales de conducción a evaluar.

Para determinar la eficiencia en la operación del Módulo de riego se estimaron índices de eficiencia en la conducción y la aplicación del agua de riego se seleccionaron las laterales, sublaterales y tomas haciendo recorridos por el área de estudio con la finalidad de conocer las características físicas de estos canales de distribución y conducción.

Los canales de conducción seleccionados fueron las laterales 3+070d y 5+580d, con la aclaración que la evaluación de estas dos laterales así como sus sublaterales y tomas seleccionadas se obtuvieron datos completos de aforos únicamente en el primer auxilio de riego, para el caso del segundo y tercer auxilio de riego solo se evaluaron los tramos más representativos de la lateral 3+070d.

### Evaluación de la eficiencia de conducción

**Calculo del gasto y perdidas por conducción:** Se realizaron mediciones en diferentes secciones de los canales de conducción con la finalidad de determinar el gasto a la que corre el agua por los canales, primero se midió el área de la sección hidráulica y se determinó la velocidad aguas arriba para calcular el gasto uno (Q1), para la obtención del segundo gasto (Q2) aguas abajo se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente, una vez que se obtuvieron los dos gastos se calculó la eficiencia de conducción en una hoja de cálculo del programa EXCEL así mismo para el cálculo de las pérdidas por conducción (Pc), obteniendo de esta manera la base de datos de las eficiencias de conducción y pérdidas por conducción de los canales de riego seleccionados.

**Métodos de aforo:** Se aforo aguas arriba y aguas abajo en cada una de las laterales seleccionadas por el método del flotador y del molinete digital (totalizador volumétrico) con la cual se obtuvieron las diferentes

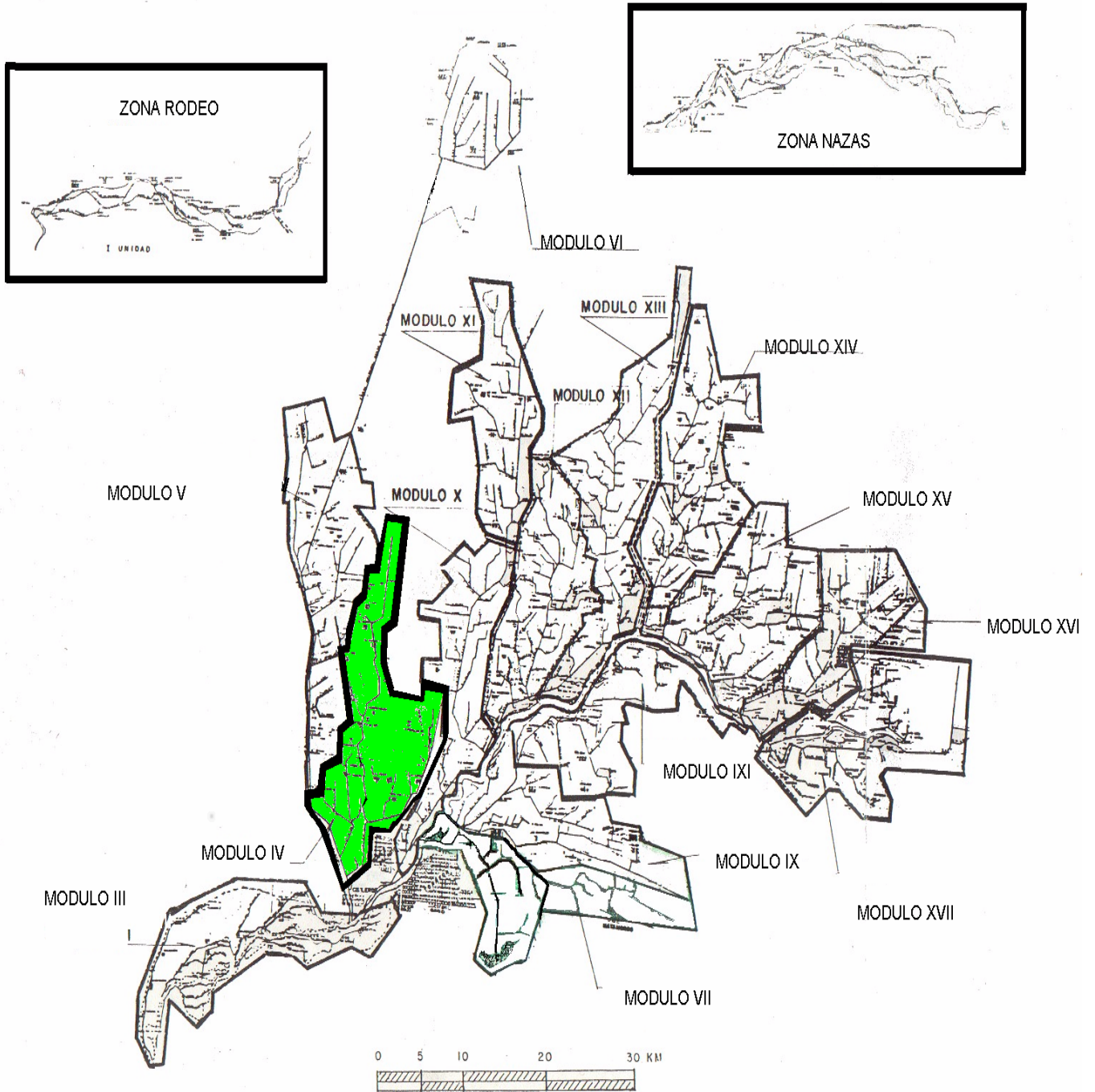


Figura 1. Distribución de los Módulos del Distrito de Riego 017 de la Comarca Lagunera.

velocidades de conducción que fluyen por el canal tomando en cuenta las características físicas de los canales.

**Cálculo del área del canal:** Se determinó el área del canal de acuerdo a la sección hidráulica de la regadera, tanto para canal revestido como para canal sin revestir, de los que se midió la base mayor o talud (t), la base menor (B), la altura de la base del canal hasta el espejo del agua (d), con estos datos se determinó el área para la sección hidráulica mediante la siguiente fórmula (Catalán *et al* 2007):

$$\text{Para Canal Revestido: } A = \left( \frac{B + t}{2} \right) d \quad (\text{Formula } 1)$$

$$\text{Para canal sin revestir: } A = \left( \frac{2}{3} \right) td \quad (\text{Formula } 2)$$

Conociendo el primer gasto ( $Q_1$ ) aguas arriba y el segundo gasto ( $Q_2$ ) aguas abajo, con estas dos variables se determinó la eficiencia de conducción ( $E_c$ ) en porcentaje. Para esto se utilizó la siguiente fórmula (Catalán *et al* 2007):

$$E_c = \left( \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times 100 \quad (\text{Formula } 3)$$

**Cálculo de la pérdida por conducción:** Con los datos del primer y segundo gasto ( $Q_1$  y  $Q_2$ ) y la longitud del canal en Kilómetros ( $L_c$ ) se calcularon las pérdidas por conducción mediante la siguiente ecuación (IMTA, 1992):

$$P_c = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{L_c} \right) \quad (\text{Formula } 4)$$

### Evaluación de la eficiencia de aplicación

Para el diagnóstico de la eficiencia de aplicación en la parcela se obtuvieron estimaciones de láminas de riego aplicadas a la parcela en cada uno de los auxilios de riego teniendo como base de datos las características del predio, tales como la extensión de la superficie irrigada de la parcela a evaluar, así como también el tiempo de riego transcurrido en cada uno de los auxilios, el gasto hidráulico emitido por los sifones que se

utilizaron para la desviación del agua a la parcela y el volumen de agua suministrado en los diferentes auxilios de riego.

**Determinación del gasto a nivel parcela:** Se utilizaron sifones de 3" de diámetro previamente calibrados para la conducción de agua de riego hacia las parcelas; estos sifones fueron aforados con la finalidad de estimar los gastos unitarios por metro de ancho de melga o surco.

**Determinación del volumen de agua aplicado:** Esta variable se calculó al medir la cantidad de agua que entra a la parcela por medio de los sifones ( $Q$ ) y el tiempo de riego ( $Tr$ ), utilizando la ecuación (Catalán *et al.*, 2007):

$$V = Tr * Q \quad (\text{Fórmula } 5)$$

**Cálculo de la lámina de riego aplicada:** Una vez que se obtuvo el volumen de agua ingresada a la parcela ( $V$ ) y conociendo la superficie irrigada ( $Sup.$ ), se calcula la lámina de riego aplicada en cada uno de los auxilios de riego de la siguiente manera (IMTA 1992):

$$L_{ra} = \frac{V (m^3)}{Sup (m^2)} \quad (\text{Formula } 6)$$

**Lamina de riego requerida:** Para el cálculo de esta variable se realizaron muestreos de humedad a diferentes estratos del suelo, antes de la aplicación de cada riego, así como análisis del suelo en donde se determinaron características físicas (densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente), en cada uno de los auxilios de riego que se suministraron en la parcela.

**Muestreo de humedad:** El muestreo de humedad se efectuó antes de la aplicación de cada uno de los auxilios de riego, para el caso del primer muestreo se realizó en un solo sitio de la parcela, en tanto que para el segundo y tercer muestreo se tomaron muestras de suelo en tres diferentes sitios de la parcela, obteniendo así tres repeticiones de muestreos para cada uno de las profundidades o estratos, con los datos de cada profundidad se calculó el promedio de humedad de cada estrato, es decir se obtuvo el contenido de humedad (PS) para la profundidad de 0-30 cm, 30-60cm y de 60 - 90cm. Así como el peso húmedo del suelo (PHS) y el peso seco del agua (PSS), se utilizó la siguiente fórmula (Catalán *et al.*, 2007):

$$Ps = \left( \frac{PSH - PSS}{PSS} \right) \times 100 \quad (\text{Formula } 7)$$

$$Ea = \left( \frac{Lrr}{Lra} \right) \times 100 \quad (\text{Formula } 9)$$

**Calculo de la lámina de riego requerida:** Una vez que se obtuvieron los resultados del análisis de suelo en donde se determinó la Capacidad de Campo (CC), el por ciento de saturación (Ps) o PMP y la densidad aparente (Dap), se determinó la lámina de riego requerida para cada uno de los estratos del muestreo de humedad, después de la obtención de la lámina requerida por estrato se suman los valores obtenidos en cada estrato y así se obtiene el requerimiento de riego para cada auxilio, la fórmula utilizada, según Catalán *et al* 2007, para el cálculo de la lámina de riego requerida es la siguiente:

$$Lrr = \frac{[(CC - Ps) Dap] Pr}{100} \quad (\text{Formula } 8)$$

**Calculo de la Eficiencia de aplicación:** Una vez que se obtuvieron las dos variables (La lámina de riego aplicada y Lámina de riego requerida) se procede a determinar la Eficiencia de aplicación (Ea) mediante la fórmula propuesta por Sánchez (2005):

Este cálculo se realizó en cada uno de los auxilios de riego y después se promediaron los resultados para obtener el valor de la eficiencia de aplicación global de los tres auxilios de riego.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Eficiencia de conducción del Módulo de riego IV

En el Cuadro 1, se observan los valores promedios con una eficiencia similar en los auxilios uno y dos, aunque en el segundo y tercer auxilio las perdidas por conducción son mayores que en el primero, esta situación puede deberse a que en el primer auxilio el gasto hidráulico fue menor en comparación con el segundo y tercer auxilio. Se observa además, que los valores mas bajos de conducción (67.80%) se encontraron cuando se midió solamente en la lateral 3+070 d sublateral 10+500 d.

**Cuadro 1.-** Resultados de Eficiencia de conducción y Pérdidas por conducción en cada uno de los auxilios de riego.

Identificación del canal			Riego de primer auxilio		Riego de segundo auxilio		Riego de tercer auxilio	
Lateral	Sublateral	Toma	Ec (%)	Pc (m3/seg/km)	Ec (%)	Pc (m3/seg/km)	Ec (%)	Pc (m3/seg/km)
3+070 d		16+650 d	82.02	0.07	60.71	0.04	75.88	0.014
3+070 d		16+600 d	90.54	0.58	77.47	0.012	80.16	
3+070 d		25+000 i	97.95	0.012	90.56	0.03	98.37	0.01
3+070 d		28+200 i	70.55	0.03	93.07	0.008	94.91	0.005
					91.58	*0.51	82.38	*1.28
							66.43	*0.106
3+070 d		24+600 d	96.71	0.008	97.70	0.006	61.05	0.08
					91.05	*1.93		
3+070 d	10+500 d		67.80	0.09	82.02	0.04	71.20	0.10
3+070 d	10+500 d	1+200 i	81.50	0.03	65.11	0.02	84.56	0.04
<b>Promedio</b>			<b>83.87</b>	<b>0.120</b>	<b>83.25</b>	<b>0.29</b>	<b>79.44</b>	<b>0.206</b>

## Eficiencia de aplicación de la parcela

**Cultivo:** Maíz Forrajero  
**Nombre del Predio:** Palo Blanco o Buendía

**Cuadro 2.-** Resultados de las láminas de riego aplicadas en cada uno de los auxilios de riego

Riego	Fecha	Sup. (ha)	Sup. (m <sup>2</sup> )	Inicio riego	Fin riego	Tr (hr)	Tr (seg)	Q (m <sup>3</sup> /seg)	Vol (m <sup>3</sup> )	Lra (cm)
1er. Aux.	17/05/2007	4	40,000	12:00 hrs.	02:00 hrs	14	50400	0.19	9991.96	24.97
2o. Aux.	08/06/2007	4	40,000	23:00 hrs.	01:00 hrs	12	43200	0.30	13132.8	32.83
3er. Aux	01/07/2007	4	40,000	19:00 hrs.	08:00 hrs	13	46800	0.28	13199.99	32.99

Al determinar la lámina de riego en el predio establecido con maíz forrajero la lámina de riego aplicada fue mayor en el segundo y tercer auxilio, mientras que en el primero el valor fue menor. Así mismo, se observa que este mismo comportamiento se presenta en cuanto al gasto, observándose que para el primer auxilio el valor obtenido fue de 0.19 m<sup>3</sup>/seg, para el segundo de 0.30 m<sup>3</sup>/seg y en el tercero de 0.28 m<sup>3</sup>/seg.

La lámina de riego requerida (Lrr) en el predio evaluado durante el primer auxilio es mayor con alrededor de 7.0

cm en comparación con el segundo y tercer auxilio. En el primer auxilio la mayor lamina de riego requerida es para el estrato 0-30 debido a que es cuando ocurre la mayor saturación de los espacios porosos del suelo así como la expansión de las arcillas, y en el caso del segundo y tercer auxilio la Lrr en el estrato 0-30 se redujo cerca del 50%. En cuanto a los estratos 30-60 y 60-90 los valores en el primer auxilio son mayores que los del segundo y tercero, estos últimos se mantienen de forma constante y con valores similares.

**Cuadro 3.-** Resultado de las láminas de riego requeridas en cada uno de los auxilios de riego

Estrato de muestreo	CC (%)	PS (%)	Dap (gcm <sup>3</sup> )	Pr (cm)	Lrr(cm)/estrato
0-30	30	9.47	1.3	30	8.006
30-60	30	12.45	1.3	30	6.84
60-90	30	10.81	1.3	30	7.48
<b>Lrr para la aplicación del primer auxilio</b>					<b>22.33</b>
0-30	30	18.54	1.3	30	4.46
30-60	30	16.58	1.3	30	5.23
60-90	30	15.26	1.3	30	5.74
<b>Lrr para la aplicación del segundo auxilio</b>					<b>15.44</b>
0-30	30	17.31	1.3	30	4.94
30-60	30	15.34	1.3	30	5.71
60-90	30	16.99	1.3	30	5.07
<b>Lrr para la aplicación del tercer auxilio</b>					<b>15.73</b>

**Cuadro 4.-** Resultados de la Eficiencia de aplicación en cada uno de los auxilios de riego

Riego	Lra (cm)	Lrr(cm)	Ea (%)
1er. Aux.	24.97	22.33	89.39
2o. Aux.	32.83	15.44	47.04
3er. Aux	32.99	15.73	47.68
<b>Ea promedio en la parcela</b>			<b>61.37</b>

Con los resultados mostrados anteriormente se calculo la eficiencia en cada uno de los auxilios encontrándose que la mayor eficiencia de aplicación fue en el primer auxilio (89.39%), mientras que en el segundo (47.04%) y tercero (47.68%) la eficiencia se reduce un poco mas del 50%. Al determinar la eficiencia de los tres auxilios en la parcela encontramos una eficiencia de aplicación de 61.37%.

Una vez que se obtuvieron los resultados llevando a cabo la metodología planteada en el apartado del mismo, se puede deducir que la eficiencia de conducción del Módulo de riego IV, tiene un promedio de 87.17%. Este resultado se sustentan con los resultados obtenidos en los cálculos de perdidas por conducción ya que arrojan valores no mayores a 0.2 m<sup>3</sup>/seg/km esto en el caso del primer auxilio, cabe destacar que en este auxilio de aplicación de riego fue donde se realizó el muestreo de datos más representativos del módulo de riego. Este resultado puede ser debido a varios factores que interactúan dentro del módulo de riego tales como las características físicas de los canales evaluados. Es decir, que si el canal de distribución de agua se encontraba revestido hubo una menor pérdida de agua debido a la escasa o nula infiltración; mientras que para el caso de los canales sin revestir presenta mayores pérdidas por conducción. Otra de las características de estos canales es que también están involucrados el zacate o maleza que esté presente en las orillas de los mismos, por lo tanto se le estaría acumulando la pérdida por la evapotranspiración del material vegetal presente en el canal.

Considerando lo descrito por Sánchez *et al* (2008), en donde mencionan que las eficiencias en la conducción del agua de riego en México son inferiores al 45%, y los resultados encontrados en este estudio donde la eficiencia general de los sistemas de conducción del Módulo de riego IV "El Vergel" dentro del Distrito de riego 017 fue de 82.18%. Adicionalmente se realizó el cálculo, por separado, para los sistemas de conducción revestidos y sin revestir; encontrándose que para los primeros se obtuvo una eficiencia de 88% y de 86% para el segundo. Sin embargo, en estudios realizados por el IMTA 1992, en el Módulo de riego IV "El Vergel", mencionan que la eficiencia de conducción en condiciones normales es del 87% y para regaderas interparcelarias y parcelaria es de 70%, esto contrasta con lo mencionado por Sánchez *et al*. (2008).

Respecto a los resultados de las eficiencia de conducción, de la lateral 3+070d en los diferentes auxilios de riego se puede observar que no hay diferencia significativa ya que los datos oscilan entre el 79% al 83% de eficiencia de conducción. Sin embargo, es

pertinente mencionar un aspecto importante de considerar sobre el trayecto de los canales donde se realizó la evaluación, se observaron diferentes sistemas de desagüe a lo largo de la lateral, lo cual repercute en la alteración del cauce conducido hasta la sublateral o toma ya que como se observa en el Cuadro 1, hay valores negativos en las pérdidas por conducción debido que el segundo gasto (Q2) era mayor que el primero (Q1), es por eso que en estos tramos se decidió realizar más de una medición.

En estudios posteriores es importante considerar las características del entorno de los afluentes hacia los canales de conducción, y sobretodo evaluar estos afluentes para determinar el grado de afectación sobre los cálculos de eficiencia en las vías de conducción.

Por otro lado, la eficiencia de aplicación para el primer auxilio fue de 89.39% lo cual representa un valor alto, por lo que las bajas eficiencias (47.04% y 47.68%) de aplicación en los riegos subsecuentes se deben principalmente a que los productores usan el mismo tiempo de riego independientemente del contenido antecedente de humedad del suelo.

## CONCLUSIONES

La eficiencia de conducción en las laterales y sublaterales fue mayor alcanzando un valor máximo del 82.18% a diferencia de la eficiencia de aplicación que obtuvo un valor del 61.37%.

Dentro del Módulo de riego IV del Distrito de riego 017 la eficiencia de conducción es mayor que la eficiencia de aplicación.

Por la información encontrada es recomendable poner más énfasis en el estudio de la eficiencia de aplicación parcelaria ya que este tiene relación directa con el productor, por lo que sería pertinente hacerle saber los factores que están afectando el manejo eficiente del agua de riego a nivel parcelario.

## LITERATURA CITADA

- Catalán V., E.; Sánchez C., I., Villa C., M.; Inzunza I., M. y Mendoza Moreno, S.F. 2007. Programa para calcular las demandas de agua y calendarizar el riego de los cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera. (INIFAP CENID RASPA). Gómez Palacio, Durango México. Folleto Técnico No. 7. 34 pp.
- García A., D. 1998. Guías de Riego (Caso Región Lagunera). Proyecto Transferencia Integral de Tecnología de Riego. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en

- Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera CENID RASPA–INIFAP. Gómez Palacio, Durango México.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) 1992. Manual de Aforos. Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje. Cuernavaca, Mor. México.
- INEGI, 2008. Cuaderno estadístico municipal. Comarca lagunera. INEGI. México.
- INEGI, 1998. Cuaderno estadístico municipal. Comarca lagunera. INEGI. México.
- Levine, G. 1999. Entendimiento del Comportamiento del Riego, La disponibilidad relativa Del agua como Variable Explicativa. International Water Management Institute (IWMI), D.F., México. Serie Latinoamericana: No 6.
- Martínez A., P. 1994. En Seminario Internacional Sobre Uso Eficiente del Agua. Cortés. Editores. D.F., México.
- Román L., A.; E I. y Sánchez C., I. 2004. Uso y manejo de bombas de pozo profundo. Publicación Especial No.2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (INIFAP CENID RASPA), Gómez Palacio, Durango México. 24 pp
- Sánchez C., I.; Catalán V., E. y Román L.A. 2003. Catálogo de cultivos y su demanda óptima de agua. Documento entregado a Cabeza de Sector, 90 pp. CENID-RASPA.INIFAP. Gómez Palacio, Dgo., México.
- Sánchez C., I.; Inzunza M., A.; Mendoza M., S.F.; Díaz P., G.; Catalán V., E.A. y Villa C.; M.M. 2008. Sustentabilidad de la producción agrícola Cap. 4 manejo sustentable del agua de riego. Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Relación Agua Suelo Planta Atmosfera (CENID-RASPA-INIFAP), Gómez Palacio Dgo, México.
- Sánchez Cohen, I. 2005. Fundamentos para el manejo integral del agua. Una aproximación de simulación de procesos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (INIFAP CENID RASPA) Gómez Palacio, Durango México. Libro Científico No.2:272. p