



**IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE**  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



# **EVALUACIÓN DE EFICIENCIA MEDIANTE PRUEBAS DE RIEGO EN LAS SECCIONES 103 Y 104 DEL MÓDULO III-3 DEL DR025, BAJO RÍO BRAVO, TAMAULIPAS**



José Alfredo Díaz Magaña  
José Javier Ramírez Luna

Fecha 16/octubre/2018



# Introducción

Una operación deficiente del agua de riego a nivel parcelario se manifiesta principalmente por bajas eficiencias de aplicación y deficiente uniformidad de la distribución de la lámina de riego aplicada.

Como parte del apoyo para mejorar las aplicaciones del riego se desarrolló el Software Rigrav desde 1996, utilizado como una herramienta informática para diseñar y evaluar sistemas de riego por gravedad parcelarios de manera sencilla y rápida. Este software se mejoró y cambió de nombre Rigrat, que se utiliza desde el 2013.

Este programa de riego por gravedad considera dos escurrimientos, el primero es el flujo del agua sobre la superficie libre de la parte superficial y longitudinal de la melga y el segundo es el flujo de agua dentro del suelo.

Para el primer caso, la descripción del flujo en la superficie se considera no permanente y gradualmente variado, lo que permite utilizar las ecuaciones de Saint Venant.

$$Q_E \ t = \int_0^S y(x, t) dx + \int_0^S I(x, \tau) dx$$

Para el flujo subterráneo considera el modelo simplificado de infiltración del tipo Green y Ampt (flujo de pistón), que, para la evolución temporal de la lámina infiltrada.

$$\frac{dI}{dt} = K_s \left[ 1 + \frac{|\psi_f| \Delta \theta + h(t) \Delta \theta}{I(t)} \right]$$

# Materiales y Métodos

## RANGOS DE VALORES DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y DE DATOS DE LA PARCELA

Concepto	Características	Valores	Unidades
Propiedades físicas del suelo	Contenido de humedad inicial	0.05 – 0.45	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
	Contenido de humedad a saturación	0.30 – 0.60	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
	Conductividad hidráulica a saturación	0.01 – 10.0	cm/hr
	Parámetro hf	2 -100	cm
Datos de la parcela	Longitud de la melga o surco	1 - 1000	m
	Pendiente media del surco o melga	0.01 – 1.5	%
	Gasto de riego unitario propuesto	-----	Ls <sup>-1</sup>
	Lámina de riego por aplicar	0.005 – 0.2	m
	Coefficiente de rugosidad de Manning	0.02 – 0.04	s/m <sup>1/3</sup>



Riego por gravedad

Salir | Diseño | Fases de riego | Ayuda | Acerca de...

**Propiedades físicas del suelo**

Contenido de humedad inicial:  (cm/cm<sup>3</sup>)

Contenido de humedad a saturación:  (cm/cm<sup>3</sup>)

Conductividad hidráulica a saturación:  cm/h

Parámetro hf de la función de infiltración:  cm

**Datos generales**

Longitud de la melga o surco:  m

Pendiente media de la melga o surco:  %

Gasto de riego unitario propuesto:  lps/m

Lámina de riego por aplicar:  m

Coefficiente de rugosidad de Manning:  s/m<sup>1/3</sup>

**Resultados**

Lámina de riego:  m

Lámina de riego aplicada:  m

Eficiencia de aplicación:  %

Coefficiente de uniformidad:  %

Tiempo de riego:  min

1 de 9

# Resultados y Discusión

El surco se dividió en diez puntos equidistantes.

En cada una prueba de infiltración, tomándose el valor promedio de la conductividad hidráulica como representativa.

Midiendo las dimensiones de la melga y colocando señas con banderas cada diez metros



# Resultados y Discusión

## PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS

### Sección de riego 103

**Lote 12821** presenta una superficie de 20 ha, presentó un suelo con unidad textural Migajón arcillosa, color en seco 10YR 7/3, café pálido, 10YR 4/4 café oscuro con consistencia firme en seco, plástica y muy adherente en húmedo y una distribución del tamaño de partículas del 40% de arena, 22% de limo y 38% de arcilla.

**Lote 12875** tiene una superficie de 17 ha, presentó un suelo con unidad textural Migajón arcillosa, color en seco 10YR 7/4, café muy pálido, 10YR 3/3 café oscuro con consistencia muy firme en seco, muy plástica y muy adherente en húmedo y una distribución del tamaño de partículas del 32% de arena, 20% de limo y 48% de arcilla.

### Sección de riego 104

**Lote 12930** tiene una superficie de 34 ha, presentó un suelo con unidad textural Arcilla, color en seco 10YR 7/4, café pálido, 10YR 3/3 café oscuro con consistencia muy firme en seco, muy plástica y muy adherente en húmedo y una distribución del tamaño de partículas del 33% de arena, 22% de limo y 45% de arcilla.

**Lote 12981** tiene una superficie de 19 ha, presentó un suelo con unidad textural Arcilla, color en seco 10YR 7/4, café muy pálido, 10YR 3/3 café oscuro con consistencia muy firme en seco, muy plástica y muy adherente en húmedo y una distribución del tamaño de partículas del 32% de arena, 21% de limo y 47% de arcilla.



# Resultados y Discusión

## Caracterización del Suelo



# Resultados y Discusión

Estimación de la conductividad hidráulica el método del miniinfiltrómetro







# Resultados y Discusión

## Datos de lotes agrícolas

El número de surcos en estudio fue de 18 por melga.

De cada lote seleccionado se consideraron dos melgas, lo que hacía un total de 36 surcos por lote seleccionado.

La pendiente, longitud del surco, gasto unitario y lámina aplicada fue:

- Para el lote 12821: de 1.5%, 280 m, 2.8 LPa<sup>-1</sup> y 15.1 cm.
- Para el lote 12875 fue 1.2%, 1.8 m, 5.0 Ls<sup>-1</sup> y 15.8 cm.
- Para el lote 12930 fue de 1.2%, 120 m, 3.6 Lp<sup>-1</sup> y 14.7 cm y; para el lote 12981 fue de 1.0%, 280 m, 3.5 Ls<sup>-1</sup> y 20.1 cm.

# Resultados y Discusión

Prueba de riego, medición de avance de riego



# Resultados y Discusión

## Aplicación del riego

Con las pruebas de riego y mediante el uso del programa Rigrav, se evaluaron las condiciones actuales, las eficiencias y los gastos óptimos.

Cabe mencionar que el tiempo de riego es alto porque aplican agua al surco y la traspasan a la melga ubicada aguas abajo, lo cual podría considerarse como exceso de aplicación del agua de riego y disminución de las eficiencias de aplicación..

Las láminas brutas aplicadas a los lotes 12930, 12981, 12875 y 12821 al momento de la prueba de riego fueron de 0.83 m, 0.25 m, 0.55 m y 0.25 m, lo cual generó una eficiencia de aplicación de 30.70 %, 54.00 %, 51.40% y 51.70%, una eficiencia de requerimiento de 33.81%, 60.10%, 56.90% y 56.36% y coeficientes de uniformidad de 82.60%, 46.80%, 36.20% y 55.70%

# Resultados y Discusión

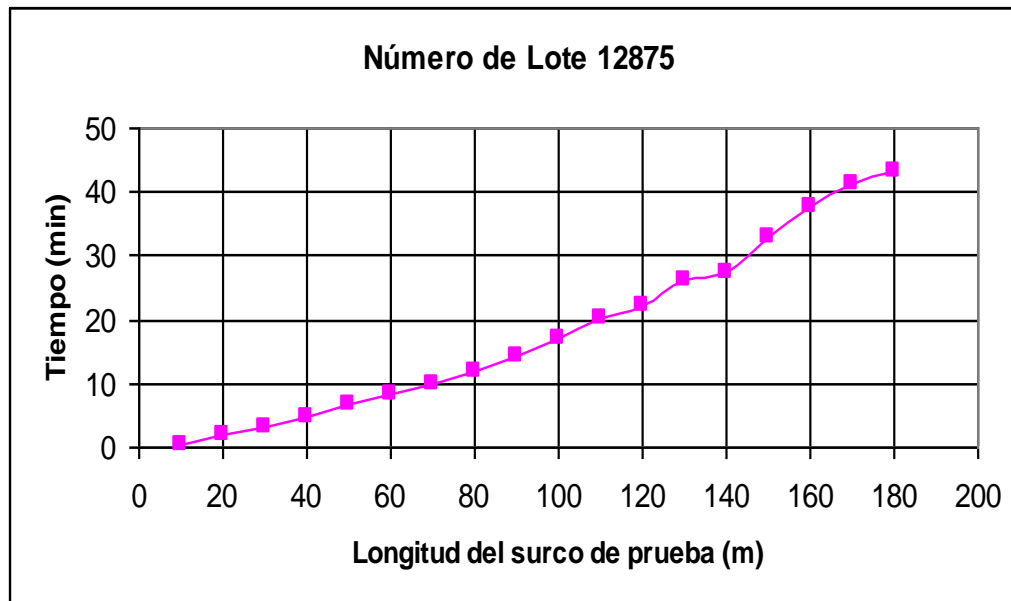
Aplicación del riego y medición del gasto





# Resultados y Discusión

## *Avance del riego*



x	t	x	t
(m)	(min)	(m)	(min)
10	0.28	100	17.15
20	1.92	110	20.18
30	3.35	120	22.38
40	4.92	130	26.10
50	6.68	140	27.50
60	8.15	150	33.02
70	10.03	160	37.83
80	12.02	170	41.35
90	14.12	180	43.32

# Resultados y Discusión

*Eficiencias actuales y óptimas para las parcelas en estudio*

LOTE	Condiciones de riego	Lámina de riego bruta (m)	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de requerimiento (%)	Coefficiente de uniformidad (%)
LOTE 12930	Actual	0.83	30.70	33.81	82.60
	Óptimo	0.13	70.50	78.35	94.30
LOTE 12981	Actual	0.25	54.00	60.10	46.80
	Óptimo	0.13	76.50	84.90	81.00
Lote 12875	Actual	0.55	51.40	56.90	36.20
	Óptimo	0.14	76.50	84.90	71.60
Lote 12821	Actual	0.25	51.70	56.36	55.70
	Óptimo	0.19	73.20	81.36	89.80

# Resultados y Discusión

Por las condiciones especiales del riego aplicado, se efectuaron diversas recomendaciones para regar las parcelas, entre ellas fueron disminuir la lámina aplicada mediante la reducción del tiempo de riego, ya que se observó desperdicios de agua. Estos tiempos fueron de 37.93 min, 39.50 min, 44.00 min y 56.92 min, para elevar las eficiencias de aplicación desde un 21% hasta 39% y los coeficientes de uniformidad de un 11% hasta 35%.

# Resultados y Discusión

Desperdicios de agua de riego





# Conclusiones

Las eficiencias de aplicación actuales, eficiencias de requerimiento actuales y coeficientes de uniformidad actuales son bajas, con resultados que varían desde 30.7 hasta 54.0% de eficiencia de aplicación actuales, 33.8 a 60.1% de eficiencias de requerimiento y de 36.2 a 82.6% de coeficiente de uniformidad, asimismo las láminas de riego aplicadas actuales varían de 0.83 m a 0.25 m.

Con las modificaciones en aplicación de láminas de riego, se modificaron los tiempos de riego, que generaron incrementos de 70 a 76% en las eficiencias de aplicación, de 78.35 a 84.9% en las eficiencias de requerimiento y de 71.6 a 94.3% en los coeficientes de uniformidad.

El uso del miniinfiltrómetro para obtener la conductividad hidráulica fue una herramienta de mucha utilidad, ya que en tiempos cortos permite tener un valor útil para el diseño de riego por gravedad y permite que la extrapolación para tablas donde se obtiene el valor del frente de succión de humedecimiento sea más aproximado al valor real.

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

