



AGUA EN LA  
AGRICULTURA:  
Sostenibilidad y tendencias



Riego por Gravedad Tecnificado

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



# RESPUESTA HIDRICA DEL MAÍZ MEDIANTE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

Cándido Mendoza Pérez  
Ernesto Sifuentes Ibarra  
Waldo Ojeda Bustamante  
Jaime Macías Cervantes

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

# ÍNDICE



- **INTRODUCCIÓN**
- **MATERIALES Y MÉTODOS**
  - Descripción de los tratamientos
  - Programación de los riegos
  - Evaluación de los riegos
- **RESULTADOS Y DISCUSIONES**
  - Laminas y eficiencias de aplicación
  - Rendimiento
  - Diferencias relativas
  - Productividad del agua
- **CONCLUSIONES**

# INTRODUCCION

Sinaloa es el principal productor de maíz en México bajo riego por superficie, aportando 65% de la producción nacional.

La eficiencia de aplicación fluctúa en 45% provocando que en escenarios de escasez hídrica se ponga en riesgo la estabilidad económica y social del estado.



# INTRODUCCIÓN



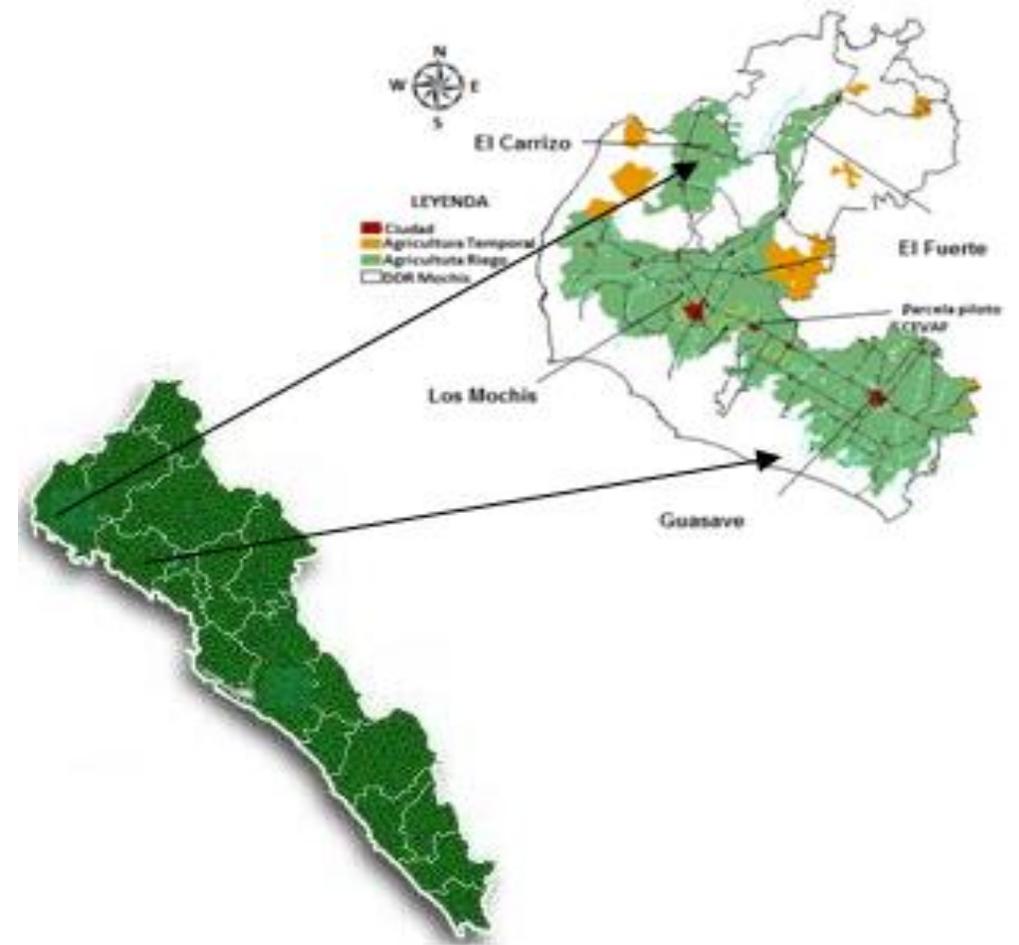
El riego deficitario consiste en reducir el aporte de agua en etapas fenológicas donde el estrés no afecte significativamente el rendimiento y cubre plenamente la demanda de la planta durante el resto del ciclo del cultivo.



# MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrollo durante el ciclo O-I 2012-2013 en los terrenos del Campo Experimental del Valle del Fuerte (CEVAF) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). En un suelo típico de la región de textura arcillosa con una humedad volumétrica aprovechable de  $0.155 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$

La fecha de siembra fue el 12/11/12 bajo riego por gravedad en una superficie de 1.72 hectárea



# MATERIALES Y METODOS

## Descripción de los tratamientos

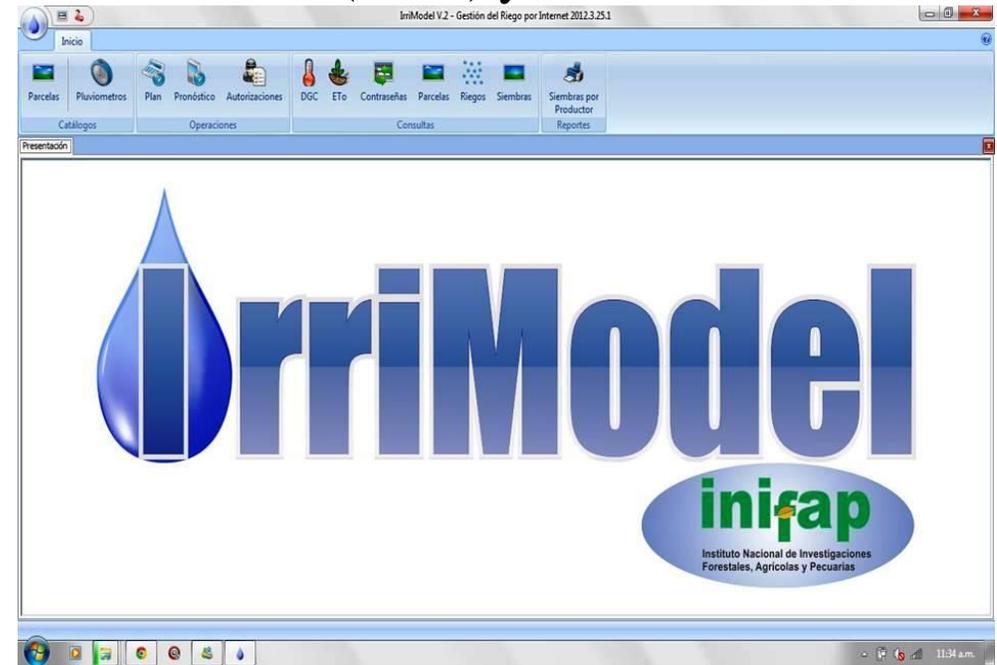
Cada tratamiento tuvo diferente déficit hídrico en los riegos aplicados con respecto a la lámina requerida ( $L_n$ ) excepto en el de floración (R1). Los niveles de déficit manejados fueron respectivamente 10%, 20%, 30% y 0% para T1, T2, T3 y TES como se puede ver en el **Cuadro 1**.

Riego	Etapa fenológicas	Tratamientos de déficit hídrico			
		T1	T2	T3	TES
<b>1er Auxilio</b>	V6	10%	20%	30%	0%
<b>2do Auxilio</b>	R1	0%	0%	0%	0%
<b>3er Auxilio</b>	R2	10%	20%	30%	0%
<b>4to Auxilio</b>	R3	10%	20%	30%	0%

# MATERIALES Y METODOS

## Programación de los riegos

La programación del riego de germinación se realizó con la ayuda de reflectometría TDR y los riegos de auxilios se llevaron a cabo con el programa IrriModel 2.0 para determinar el momento oportuno y requerimiento de riego ( $L_n$ ). Este software opera bajo internet y pronostica el tiempo real, en función del desarrollo fenológico del cultivo, acumulación de grados día crecimiento (GDC) y humedad del suelo.



# MATERIALES Y METODOS

## Evaluación de los riegos

La evaluación de los riegos se hizo en términos de eficiencias de aplicación ( $E_a$ ) utilizando la formula  $E_a = (L_n/L_b) \times 100$ , donde  $E_a$  representa la eficiencia de aplicación (%),  $L_n$  la lamina neta y  $L_b$  lamina bruta.

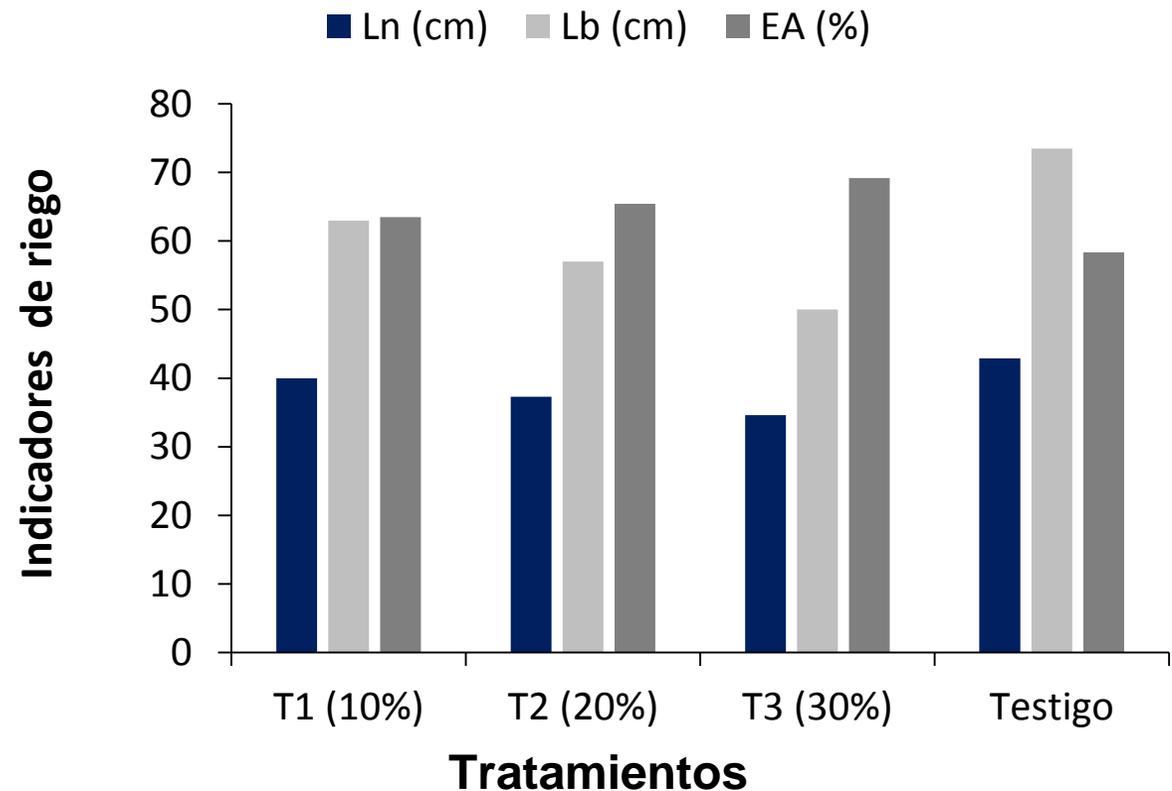
La determinación de  $L_b$  se calculo mediante la fórmula  $Q \times T = L \times A$ , donde  $Q$  es el gasto de riego metros cúbicos por segundo ( $m^3 s^{-1}$ ),  $T$  el tiempo de riego (s),  $L_n$  es la lamina de riego aplicada (m) y  $A$  la superficie regada  $m^2$ .



# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## Lamina y eficiencia de aplicación

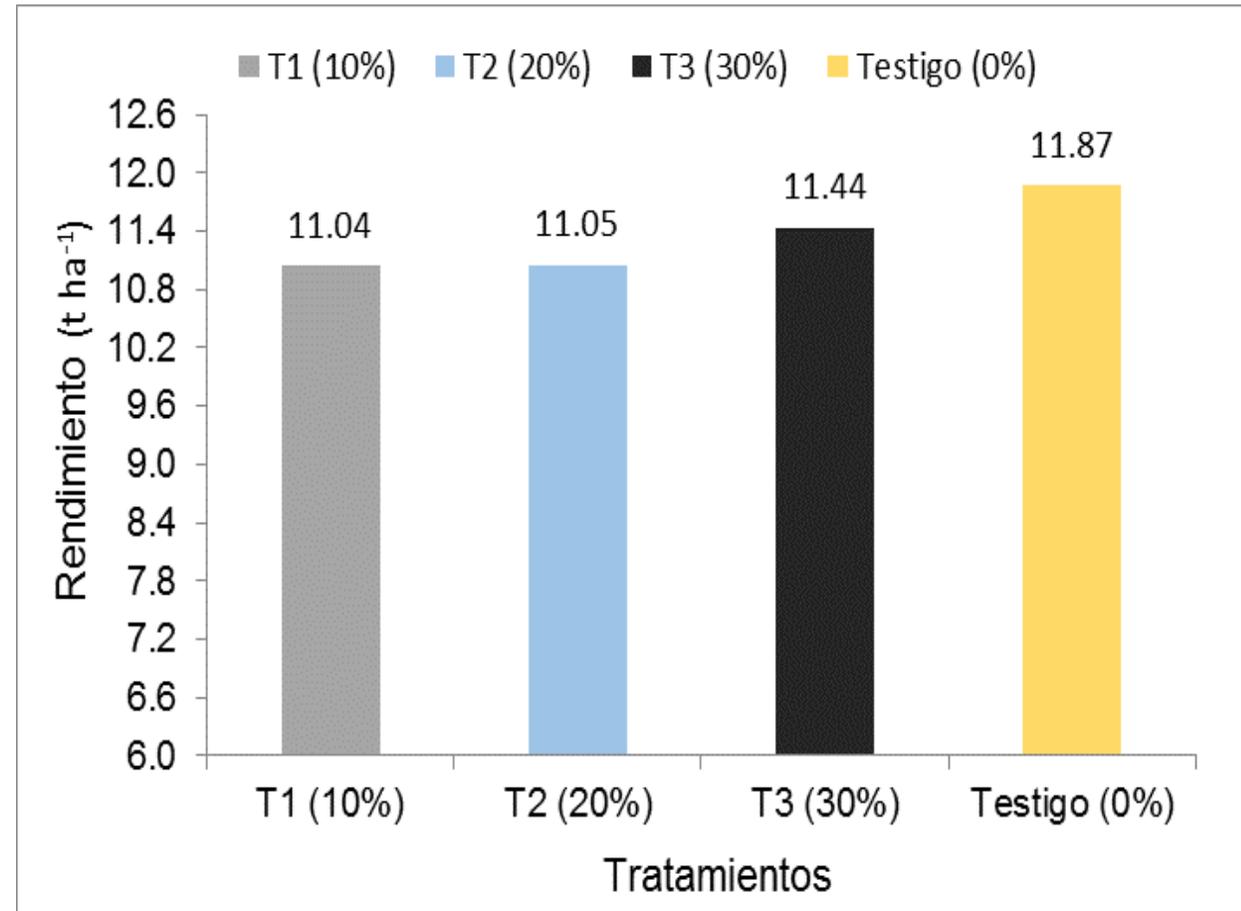
En todos los tratamientos se aplico un total de cinco riegos incluyendo riego inicial o de asiento en la siguiente figura se observa lamina total aplicada en cada uno de los tratamiento y la eficiencia de aplicación.



# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## Rendimiento

En la figura se observa los rendimientos obtenidos en los tratamientos los cuales fueron los siguientes 11.04, 11.05 y 11.44 t ha<sup>-1</sup>, para el T1, T2, T3 respectivamente, para el TES el rendimiento fue de 11.87 t ha<sup>-1</sup>. Se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al testigo. A pesar de que en el TES se le adiciono 200 kg ha<sup>-1</sup> más de fertilizante de la mezcla física 30-10-12.



# RESULTADOS Y DISCUSIONES

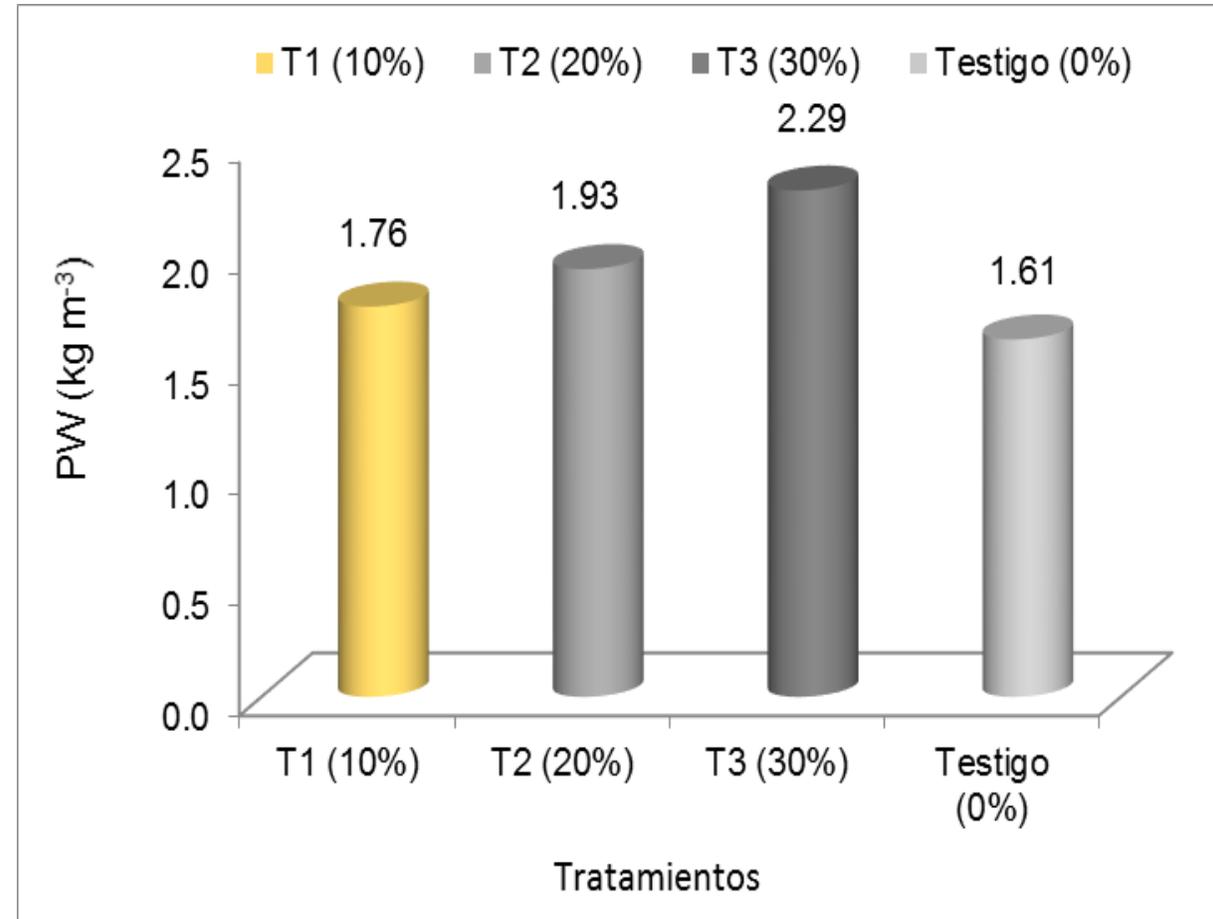
- El Cuadro presenta las diferencias relativas de las variables rendimiento ( $\Delta R$ ), lamina bruta ( $\Delta L_b$ ), eficiencia de aplicación ( $\Delta Ea$ ) en porcentaje, y  $\Delta PA$  productividad del agua ( $\text{kg m}^{-3}$ ).
- Se observa que al incrementar los niveles de déficit hídrico, se incrementa la eficiencia de aplicación y la productividad del agua, y se reduce la lámina bruta aplicada, sin afectar drásticamente los rendimientos.
- Los resultados indican que el riego deficitario controlado es una técnica viable para mejorar la eficiencia y la productividad en el mejor aprovechamiento del agua

Tratamientos	$\Delta R$	$\Delta L_b$	$\Delta Ea$	$\Delta PA$
T1 (10%)	-7.0	-14.3	8.6	9.3
T2 (20%)	-6.9	-22.5	12.1	19.9
T3 (30%)	-3.6	-32.0	19.0	42.2

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## Productividad del agua

En la figura se puede observar el rendimiento para cada uno de los tratamientos en función de la cantidad de agua aplicada en  $m^3$ , en donde el T1 obtuvo su máximo potencial fue de  $1.95 \text{ kg m}^3$  comparando con el TES fue de  $1.74 \text{ kg m}^3$ .





# CONCLUSIONES

- Para el testigo, a pesar de que se le adicionó 200 kg más de fertilizante nitrogenado, no se encontraron diferencias significativas en rendimiento con respecto de los tratamientos con déficit hídrico. Resultando que el tratamiento con mayor déficit hídrico, T3 (30 % de déficit hídrico), fue el mejor tratamiento, desde el punto de vista de eficiencia, ahorro, productividad del agua y rendimiento.
- Lo que indica que el riego deficitario controlado en maíz bajo riego por surcos es una alternativa que contribuye a incrementar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura. Además, es una opción para afrontar el escenario de escasez de agua en la zona de riego estudiada.
- El riego deficitario es una técnica de fácil aplicación y manejo cuando se cuenta con suficiente información de campo para generar una calendarización del riego robusta.