



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



ELABORACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PLANES DE RIEGO DE CORTO PLAZO CONSIDERANDO TIEMPO TÉRMICO, EN DISTRITOS DE RIEGO CON BAJA DISPONIBILIDAD HÍDRICA

Ernesto Sifuentes-Ibarra^{1*}; Waldo Ojeda-Bustamente²; Jaime Macías-Cervantes¹ y Vladimir Ruíz-Pérez³

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



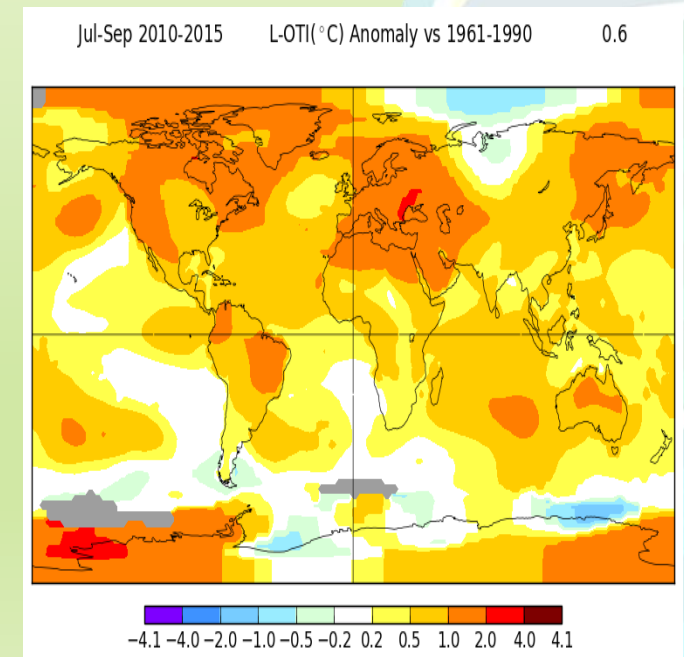
Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





INTRODUCCIÓN

- ❑ Zonas de riego: principales generadoras de alimentos y PIB agrícola.
- ❑ Norte de Sinaloa: incremento en la variabilidad climática-manejo tradicional del riego y otras prácticas inconsistentes. bajas eficiencias en el manejo del agua,
- ❑ Alta vulnerabilidad a períodos de baja disponibilidad hídrica y heladas, ponen en riesgo su estabilidad económica y social (Ojeda-Bustamante et al., 2014).
- ❑ Sequías: amenaza constante de los DR's de México, manifestándose con mayor intensidad en las zonas áridas y semiáridas.





Acciones comunes- sequias DR's

1. Reducción de volúmenes asignados por cultivo
2. Reducción del número de riegos en cultivos de alta demanda
3. Reducción de la superficie sembrada
4. Establecimiento de cultivos de baja demanda
5. Aprovechamiento de aguas subterráneas
6. Uso de agua de la red de drenaje agrícola, entre otras.



- Aunque estas acciones ayudan a cumplir con el plan de riegos, requieren mayor calidad y cantidad de supervisión técnica y gastos altos de operación tanto de productores como de las AUR.



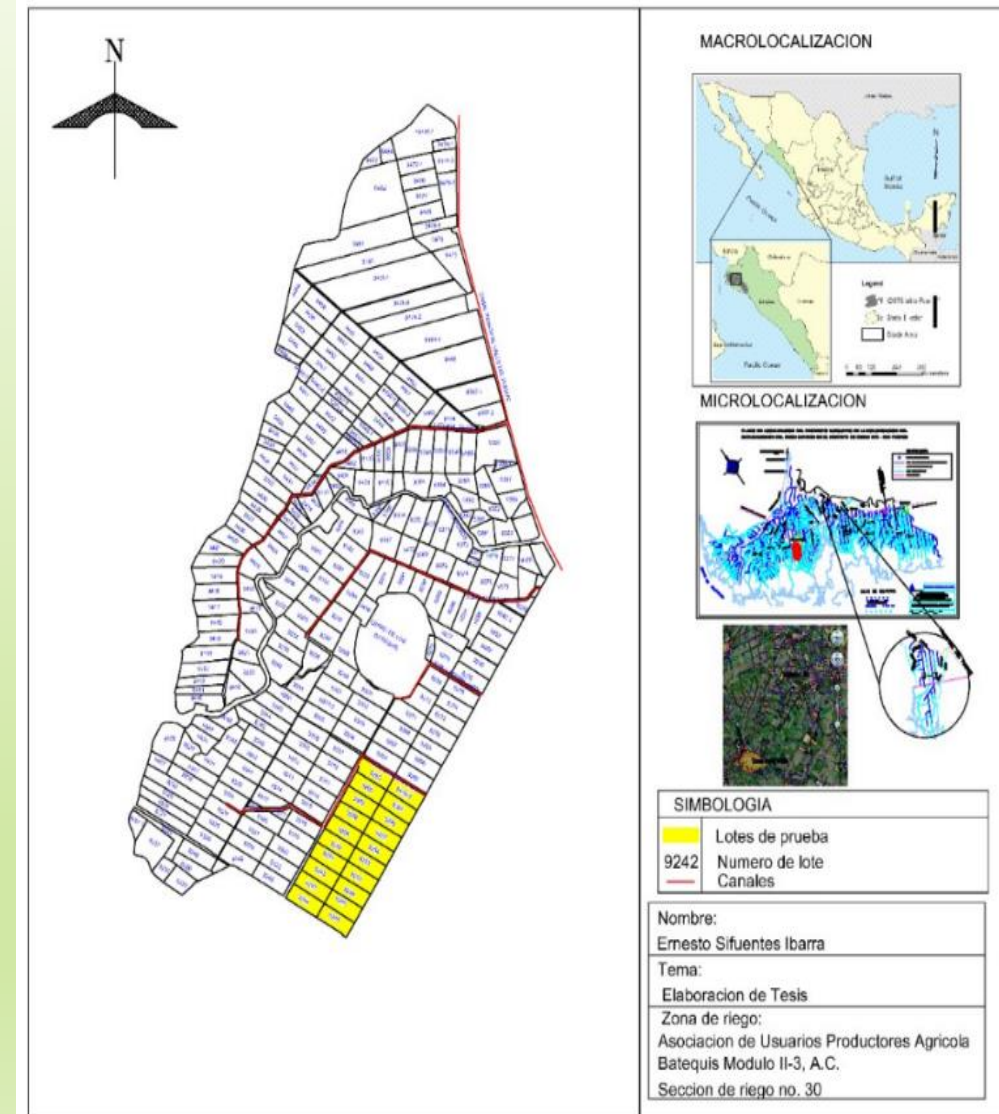
Objetivo

- ❑ Generar una propuesta para la elaboración y seguimiento de programas de riego de corto plazo usando una plataforma web, variables climáticas y el concepto tiempo térmico o grados-día desarrollo (GDD), analizando su aplicación en forma manual o semi-automática y su aplicación automática en una sección piloto de 200 ha dentro del módulo de riego Batequis II-3, DR-075.

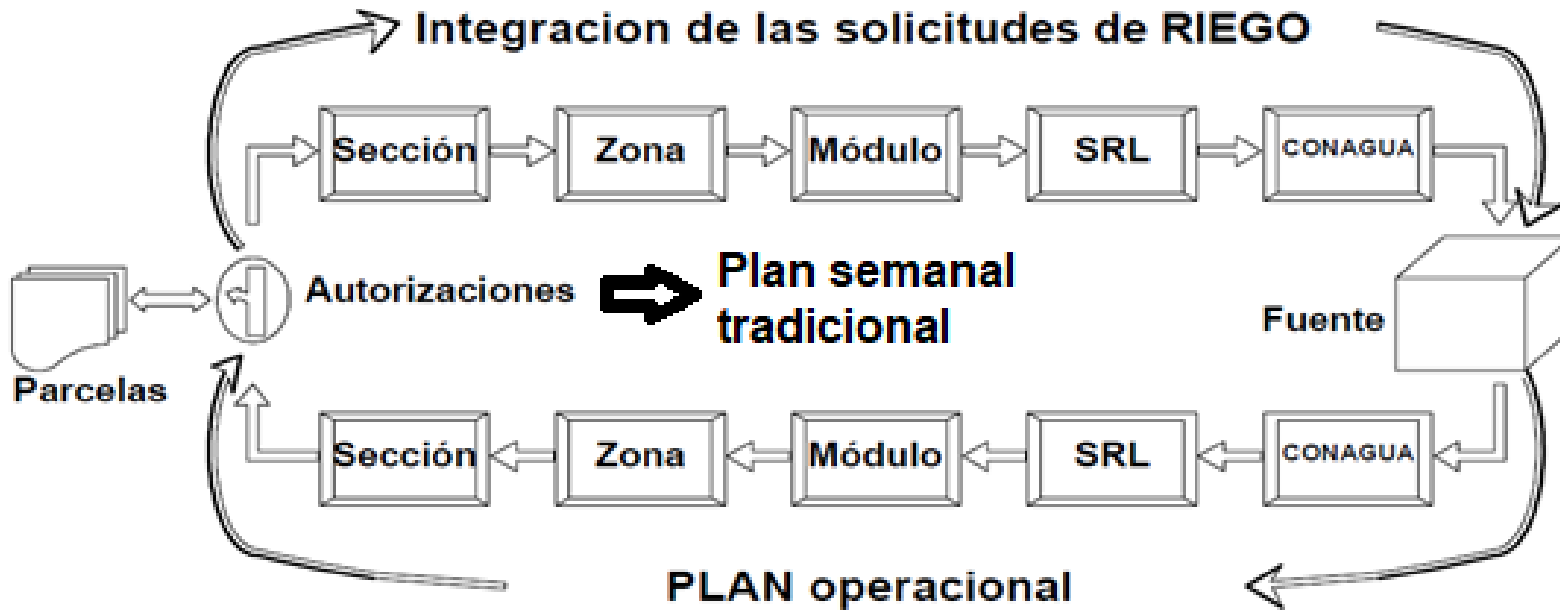
MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la zona de estudio

- ❑ MR Batequis II-3, DR075: norte del estado de Sinaloa, 15 msnm, clima cálido-seco en verano; en invierno moderadamente frío y templado a partir de febrero.
- ❑ Superficie concesionada: 12,000 ha, suelos en su mayoría arcillosos.
- ❑ La actividad agrícola en el MR inicia desde el mes de septiembre finalizando en el mes de diciembre.
- ❑ Patrón de cultivos (OI): 66% maíz, 23% frijol, 6% garbanzo y papa y 5% otras hortalizas.
- ❑ Vulnerable a periodos frecuentes de baja disponibilidad hídrica (30% o menor)

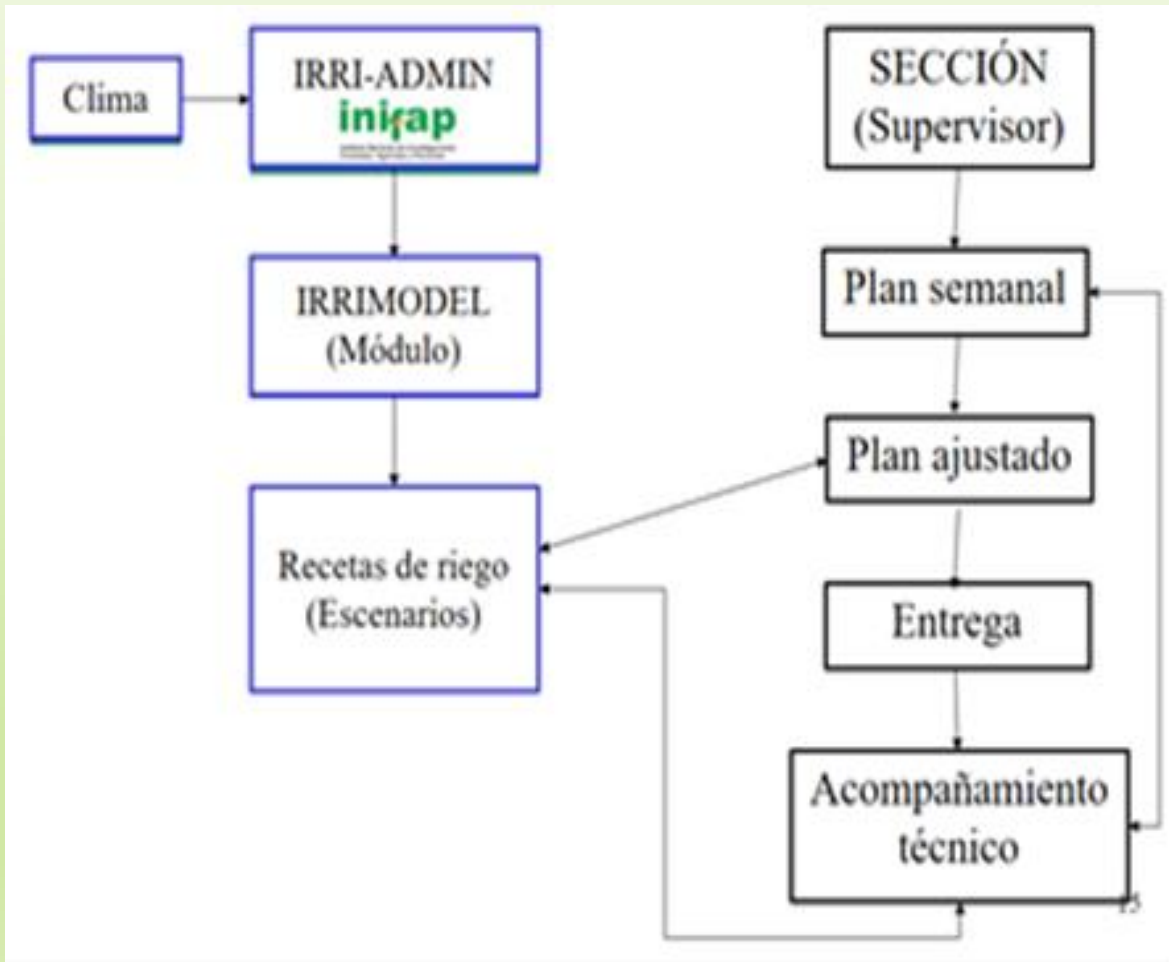


Servicio tradicional de riego en el DR-075



- ❑ El usuario solicitar al operador en cada sección o bloque, con las cuales realiza sus **programas semanales** de entrega.
- ❑ Cada fin de cada semana el MR realice la solicitud a la SRL) quien a su vez solicita el volumen estimado a la CONAGUA (Ojeda et al., 2007)

Diseño del modelo operativo-seguimiento de planes de riego de corto plazo



- ❑ Integración de la plataforma IRRIMODEL (Sifuentes-Ibarra y Macías-Cervantes, 2015) al modelo tradicional.
- ❑ **Plataforma:** genera programas de riego de corto plazo a nivel de predio y a nivel de sección de riego, considerando variables climáticas, escenarios de disponibilidad hídrica y el concepto tiempo térmico o GDD.
- ❑ Se sugiere acompañamiento técnico



Evaluación

❑ La evaluación de la propuesta se realizó bajo dos enfoques:

1. Ajuste manual de programas de riego semanales mediante la estimación del momento de riego basado en etapas fenológicas para un escenario de sequía (3 riegos de auxilio), recomendada por Sifuentes-Ibarra et al. (2021) y la relación días calendario (DDS)-tiempo térmico (GDDA) generada con la plataforma IRRIMODEL.

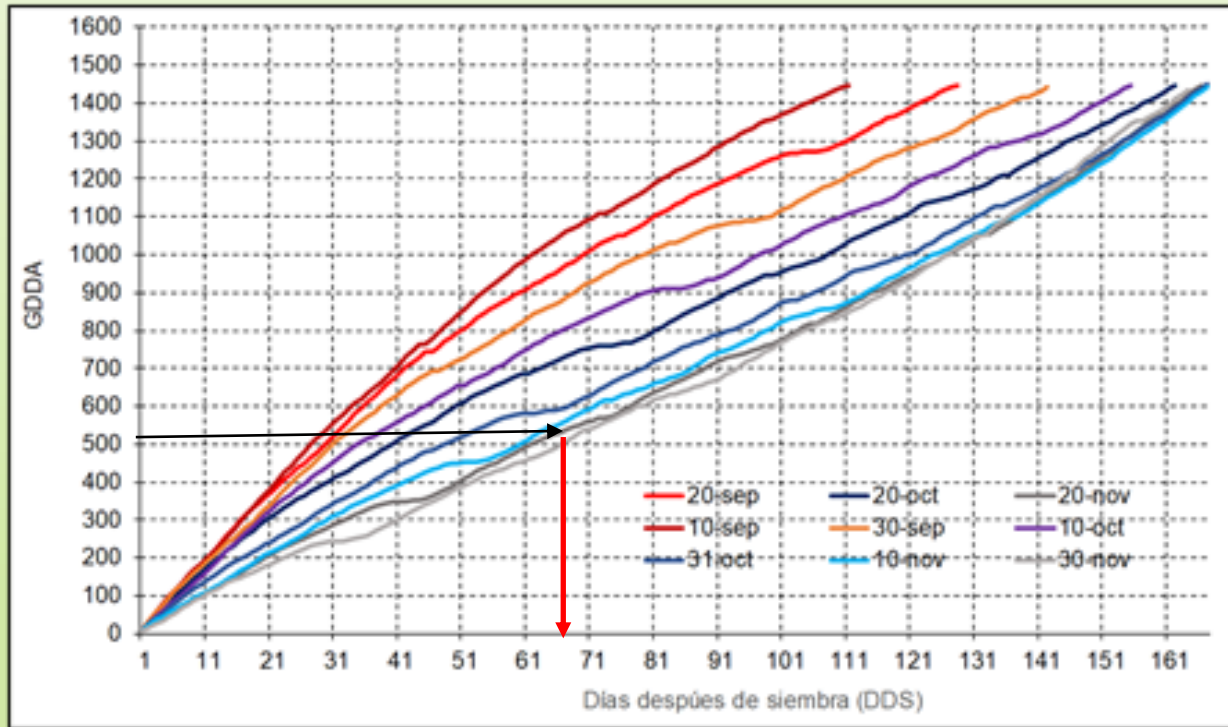
2. Automática en sección piloto (Figura 1) donde la elaboración y el seguimiento de planes de riego de corto plazo se hizo en con la misma plataforma en esta sección piloto compuesta de 21 parcelas (200 ha) de las cuales 14 fueron de maíz.

❑ **Variables medidas:** Ln, Lb, EA, Pa y Ya. Ln con plataforma y TDR



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ajuste manual de programas semanales



- ❑ Primero auxilio: octava a décima hoja verdadera (V8-V10) a los 550 GDDA,
- ❑ Segundo auxilio: Floración o jilote (R1) a los 850 GDDA
- ❑ Tercer auxilio: Grano lechoso (R3) a los 1100 GDDA.

Ejemplo: Primer auxilio-en sequia



Ejemplo de un programa de riegos semanal manual en parcelas de maíz, para el módulo de riego Batequis II-3, DR075.

| Cuenta | Superficie (ha) | Fecha de siembra | Días después de siembra | Autoriza | Lámina bruta (cm) | Tiempo de riego (horas) |
|--------|-----------------|------------------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------------|
| 6818-2 | 10.1 | 10/11/2019 | 56 | SI | 9 | 24 |
| 9248-0 | 9.9 | 12/11/2019 | 54 | SI | 9 | 24 |
| 9249-0 | 9.9 | 20/11//2019 | 46 | NO | | |
| 9251-0 | 9.0 | 3/11/2019 | 63 | SI | 9 | 22 |
| 6818-2 | 10.1 | 10/11/2019 | 56 | SI | 9 | 24 |
| 9248-0 | 9.9 | 12/11/2019 | 54 | SI | 9 | 24 |
| 9249-0 | 9.9 | 20/11//2019 | 46 | NO | | |
| 9251-0 | 9 | 3/11/2019 | 63 | SI | 9 | 22 |

Periodo: 7 al 14 de enero de 2020 considerando suelos arcillosos con humedad aprovechable (HA) mayor o igual a $0.14 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. El riego programado fue el primer auxilio.

Seguimiento automático



Hectáreas riego decenales proyectadas en forma automática y realizadas

- ❑ Hectáreas riego proyectadas y realizadas por decena en la sección piloto observándose un alto nivel de similitud entre ambas.
- ❑ Ligera discrepancia en las últimas semanas debido a la decisión del usuario de adelantar el último riego
- ❑ La mayoría de las parcelas de maíz se establecieron en siembras tardías poco usuales, por lluvias atípicas que retrasaron las siembras.



Variables hídricas y agrícolas obtenidas en parcelas de maíz establecidas en área piloto (corto plazo) y área convencional, en el MR Batequis II-3, DR075.

| Tipo | Ln (cm) | Lb (cm) | EA (%) | Ya (kg ha⁻¹) | PA (kg m⁻³) |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Área piloto | 46.5 | 85.1 | 54.2 | 12549.4 | 1.47 |
| Convencional | 41.9 | 97.5 | 43.5 | 12259.1 | 1.26 |
| DIFABS | +4.6 | -12.4 | +10.7 | +290.3 | +0.21 |
| DIFREL (%) | +9.9 | -14.6 | +19.7 | +2.3 | +14.3 |

Ln: lámina neta total (requerimiento de riego), Lb: lámina bruta (aplicada), EA: eficiencia de aplicación, Ya: rendimiento medido, PA = productividad del agua, DIFABS: diferencia absoluta, DIFREL: diferencia relativa.

- ❑ Incremento de 10.7% en la EA y de 290.3 kg ha⁻¹ en el rendimiento de maíz,
- ❑ **Impacto:** 1200 ha adicionales a las 8,000 que en promedio establece el MR con una producción adicional de 15,060 toneladas



CONCLUSIONES

- ❑ Tanto el enfoque manual como el automático, mediante la plataforma IRRIMODEL, representan herramientas tecnológicas importantes que se deben considerar en zonas de riego, en cualquier escenario de disponibilidad hídrica.
- ❑ Es fundamental contar con estudios experimentales manual, ya que fechas de siembra tardías y algunos tipos de suelo podrían alterar los criterios técnicos utilizados.
- ❑ El uso adecuado del enfoque automático para la elaboración y seguimiento de programas de riego de corto plazo demostró una mejora de más del 10% en la eficiencia de aplicación y de 2.3% en rendimiento de maíz, lo cual justifica su implantación desde el nivel sección hasta el nivel módulo de riego.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



¡GRACIAS!

Ernesto Sifuentes-Ibarra

INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte



sifuentes.ernesto@inifap.gob.mx;
eblnat68@gmail.com

