

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



**ADECUACIÓN DE FECHAS DE SIEMBRA POR VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS) MEDIANTE AQUACROPP-FAO, EN SINALOA, MÉXICO**

**RUIZ- Pérez Vladimir\* ; SIFUENTES-Ibarra Ernesto; OJEDA-Bustamante Waldo; MACIAS-Cervantes Jaime**



Fecha 16/octubre/2018





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



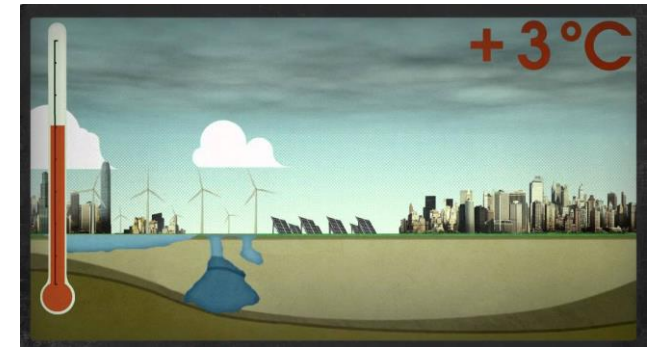
## INTRODUCCIÓN

- México; 270,000 ha anuales, con una producción de 338,000 toneladas y un rendimiento medio de 1.21 ton ha<sup>-1</sup> (SIACON 2018).
- Sinaloa, uno de los principales productores de frijol, ciclo otoño-Invierno (OI) 2017/2018, se cosecharon 94, 594 ha en condiciones de riego, con rendimiento medio de 1.81 t ha<sup>-1</sup> (zona centro norte principal productora). Sistema de riego; gravedad principalmente (1-2 auxilios dependiendo el tipo de suelo y zona de establecimiento, intervalos de 35 y 25 días respectivamente), lamina requerida de 34 cm, días a cosecha de 105-120.
- Variedades; Azufrado Higuera la mas utilizada, otras son Peruano, Azufrado Regional, Pinto, Azufrado Janasa.



## Modelación Biológica; importancia

- Generar información y recomendaciones para la planificación y diseño de estrategias de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en las zonas de riego.



-   
Herramienta importante de investigación y apoyo para la toma de decisiones en la transferencia de tecnología.

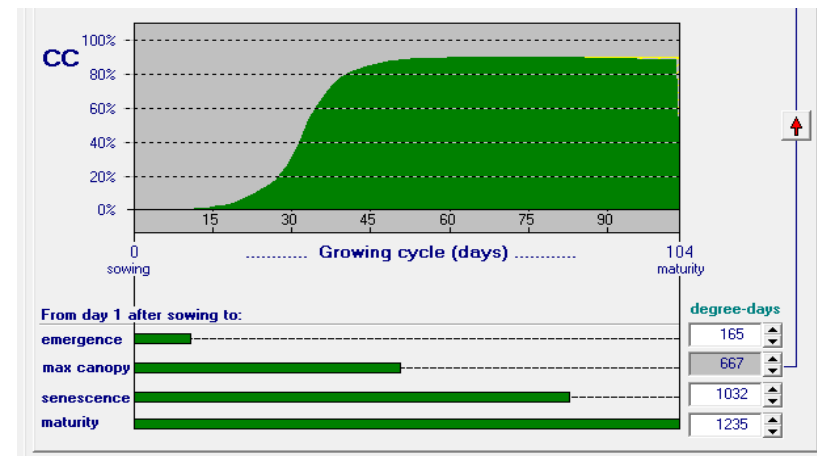
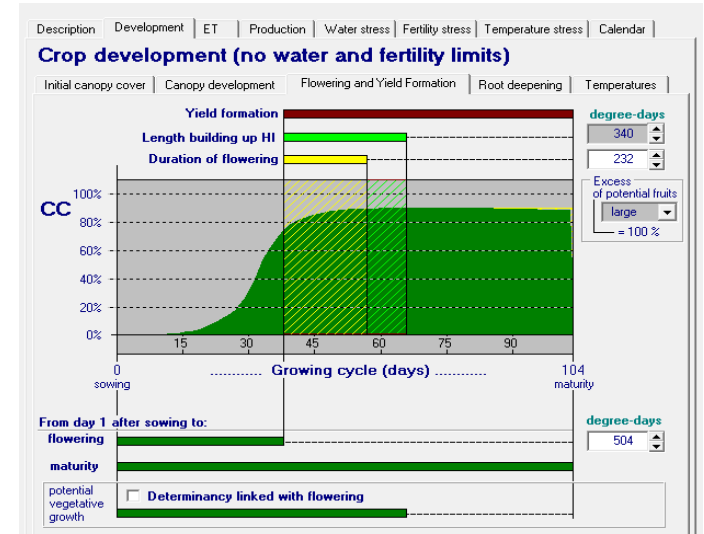
Optimización de recursos entre ellos el (agua de riego).





# Problemática

- Variabilidad climática; Los efectos adversos de la temperatura impactan el rendimiento de los cultivos, aun cuando se siguen las recomendaciones de paquetes tecnológicos actuales.
- Falta de tecnologías apropiadas y factores ambientales extremos causados por la variabilidad de las condiciones climáticas.
- Fenología; Los cultivos ven alterado su desarrollo, por lo cual se debe generalizar el seguimiento con base en el tiempo térmico.
- Análisis detallado de escenarios que permitan adecuar el manejo de cultivos principalmente las fechas de siembra.



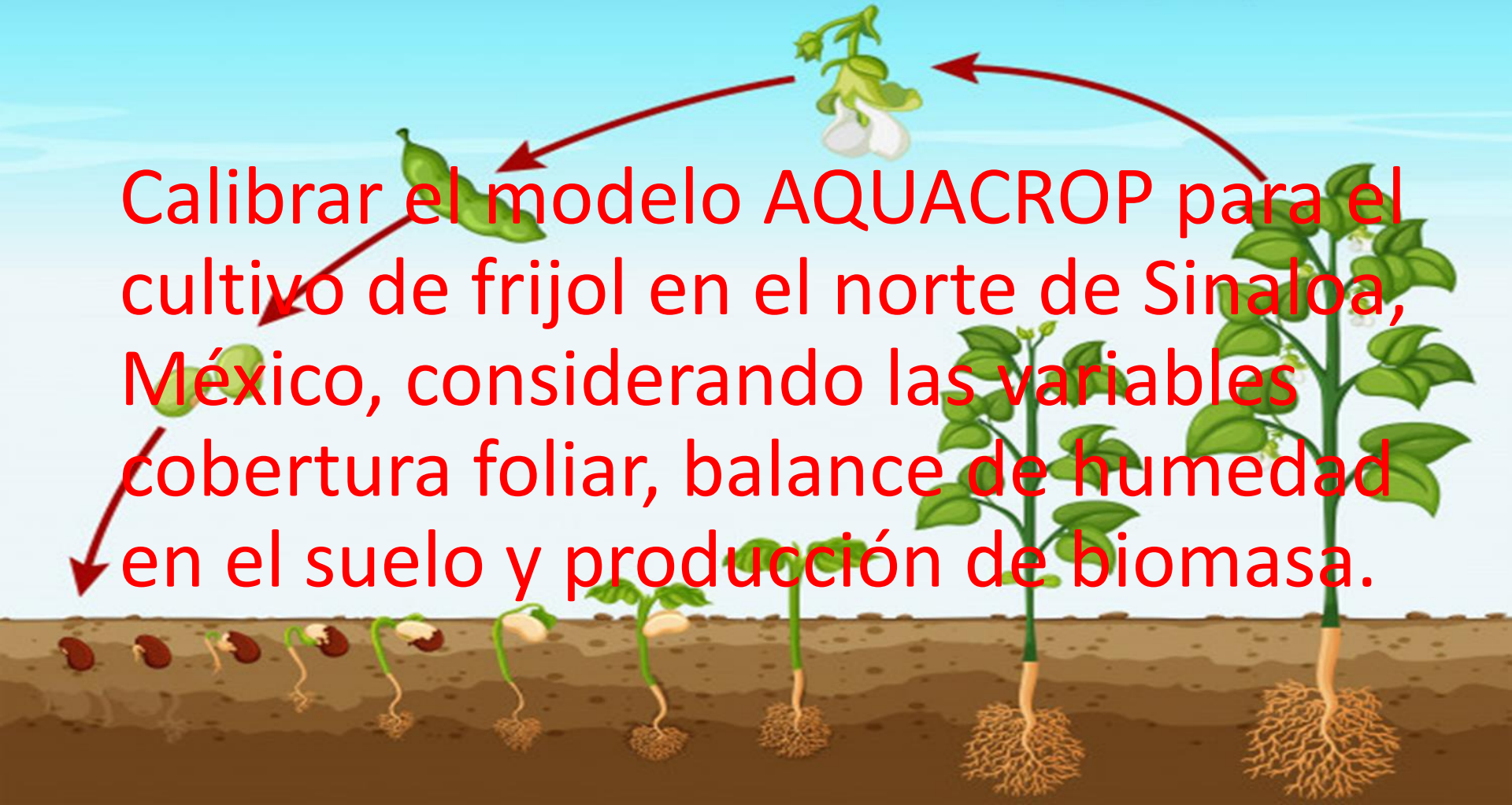


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



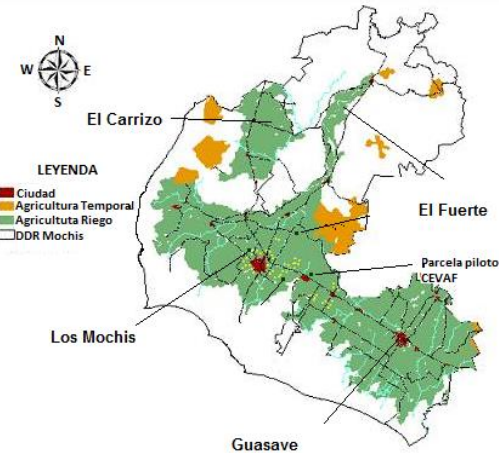
# Objetivo

Calibrar el modelo AQUACROP para el cultivo de frijol en el norte de Sinaloa, México, considerando las variables cobertura foliar, balance de humedad en el suelo y producción de biomasa.



## MATERIALES Y MÉTODOS

- Lugar y fecha; ciclo agrícola OI 2010/2011, Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del INIFAP.
- Diseño experimental; parcela con riego por goteo de 9 120 m<sup>2</sup> (50 camas de 1.6 m x 114 m).
- Características del suelo; textura arcillosa, pendiente plana, pobre en materia orgánica, sin problema de sales y humedad aprovechable (HA) de 0.15 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.





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



## Variables Medidas

### 1. Humedad del suelo, láminas y frecuencias de riego. IRRIMODEL©

No.	Fecha de riego	Dias riego	Intervalo (días)	Ln (cm)	Lb (cm)	EA
01	24/11/2010	10	09	1.77	1.96	89.34
02	06/12/2010	22	12	2.06	2.18	94.65
03	13/12/2010	29	07	2.24	2.39	93.76
04	19/12/2010	35	06	2.40	2.86	80.28
05	26/12/2010	42	07	2.31	2.74	81.19
06	02/01/2011	49	07	2.52	2.98	81.57
07	09/01/2011	56	07	2.60	2.78	92.92
08	15/01/2011	62	06	2.31	2.42	95.00
09	21/01/2011	68	06	2.22	2.33	95.00
10	26/01/2011	73	05	2.50	2.55	97.87
11	03/02/2011	81	08	2.50	2.62	95.00
12	09/02/2011	87	06	2.40	2.52	95.00
13	13/02/2011	91	04	2.20	2.31	95.00
14	18/02/2011	96	05	2.30	2.41	95.00
15	22/02/2011	100	04	2.52	2.64	95.00





## Variables medidas

1. Fenología (CIAD 1983)
2. Biomasa (muestreo destructivo 1m<sup>2</sup>)
4. Rendimiento  $Y = B * Hi$
5. Índice de cosecha ( $H_i$ ).
6. Grados día (°D)

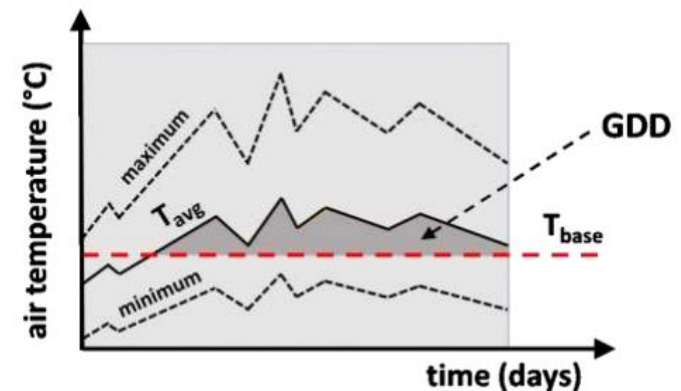
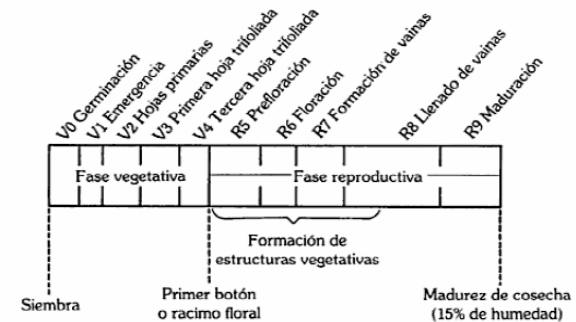


Figure 3.3 – Average temperature ( $T_{avg}$ ), base temperature ( $T_{base}$ ) and corresponding growing degree-days (GDD)





## Resultados y Discusión

- **Parámetros conservativos del modelo AQUACROP para condiciones no limitantes de fertilidad ajustados para el norte de Sinaloa, México.**

Parámetro	Valor	Unidad
Temperatura Base	8	°C
Temperatura Máxima	23	°C
Dosel vegetal al 90% emergido (CC0)	5	cm <sup>2</sup>
Máximo dosel vegetal (CCx)	90	% (en función de la densidad de la planta)
Productividad del agua (WP), normalizado al año 2000	17	Biomasa por m <sup>2</sup> (en función del CO <sub>2</sub> atmosférico)
Índice de cosecha (Hi) como referencia	35	% (valor normal para este cultivo)



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



## Resultados y Discusión

**Parámetros específicos para la evaluación del modelo AQUACROP en frijol en el norte de Sinaloa, México.**

Parámetro	Valor	Unidad
Fecha de siembra	15/11/2010	
Densidad de siembra	175 000	Plantas ha <sup>-1</sup>
Días a germinación	13	Días
Máxima cobertura vegetal	90	%
Inicio de la senescencia	91	Días
Inicio de la maduración	106	Días
Inicio de floración	45	Días
Duración de la floración	21	Días
Profundidad efectiva de raíz	0.6	m
Índice de cosecha calculado	0.35	--

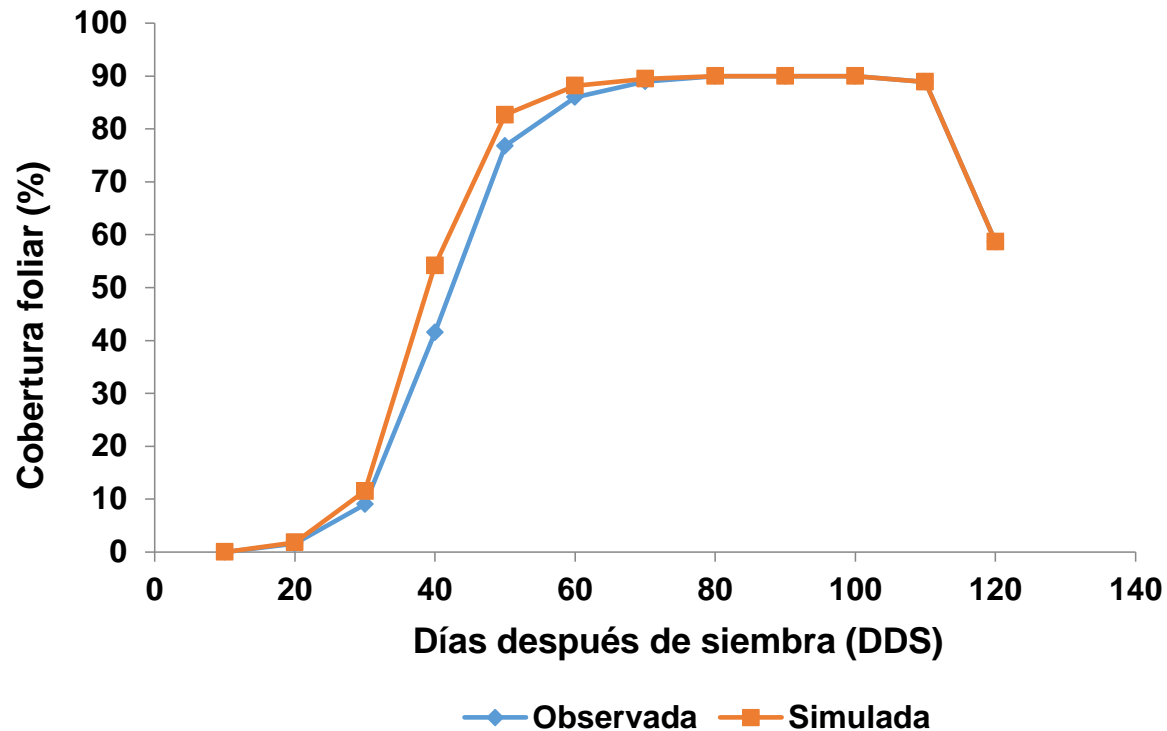


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Resultados y Discusión

**Comparación de la cobertura foliar simulada con AQUACROP y observada en el cultivo de Frijol en el norte de Sinaloa.**



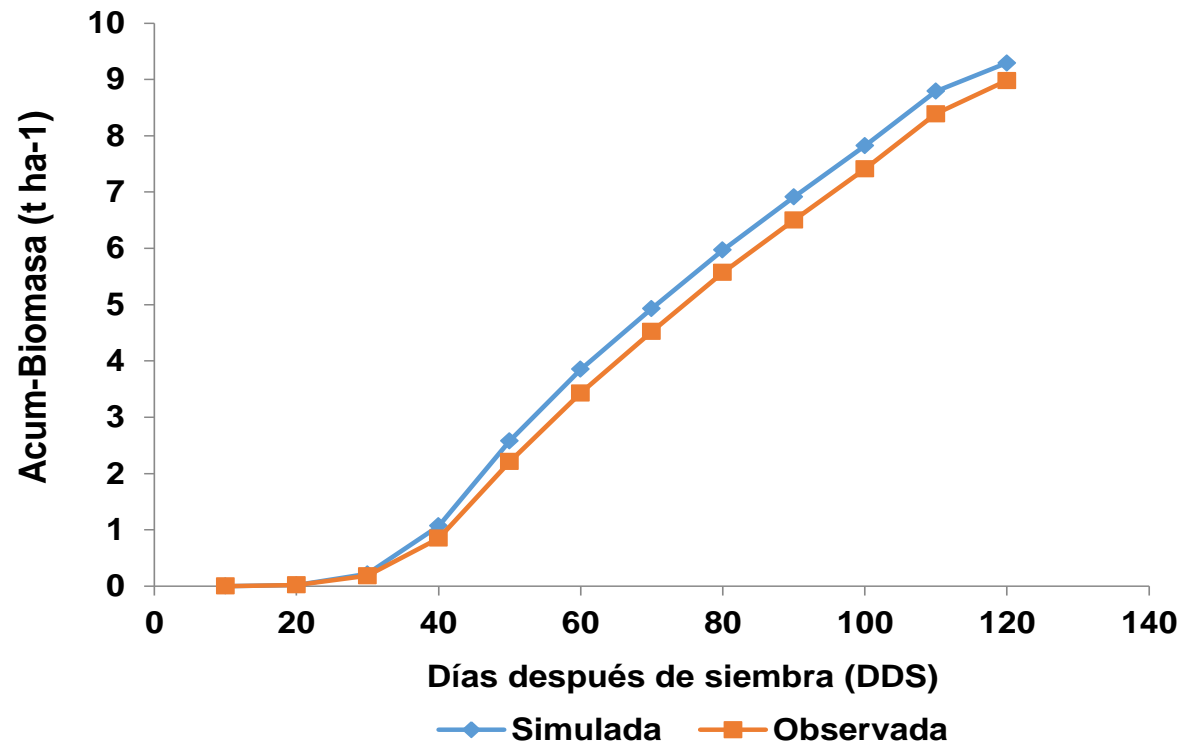


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Resultados y Discusión

**Comparación de la producción de biomasa modelada con AQUACROP y observados en el cultivo de frijol en el norte de Sinaloa.**



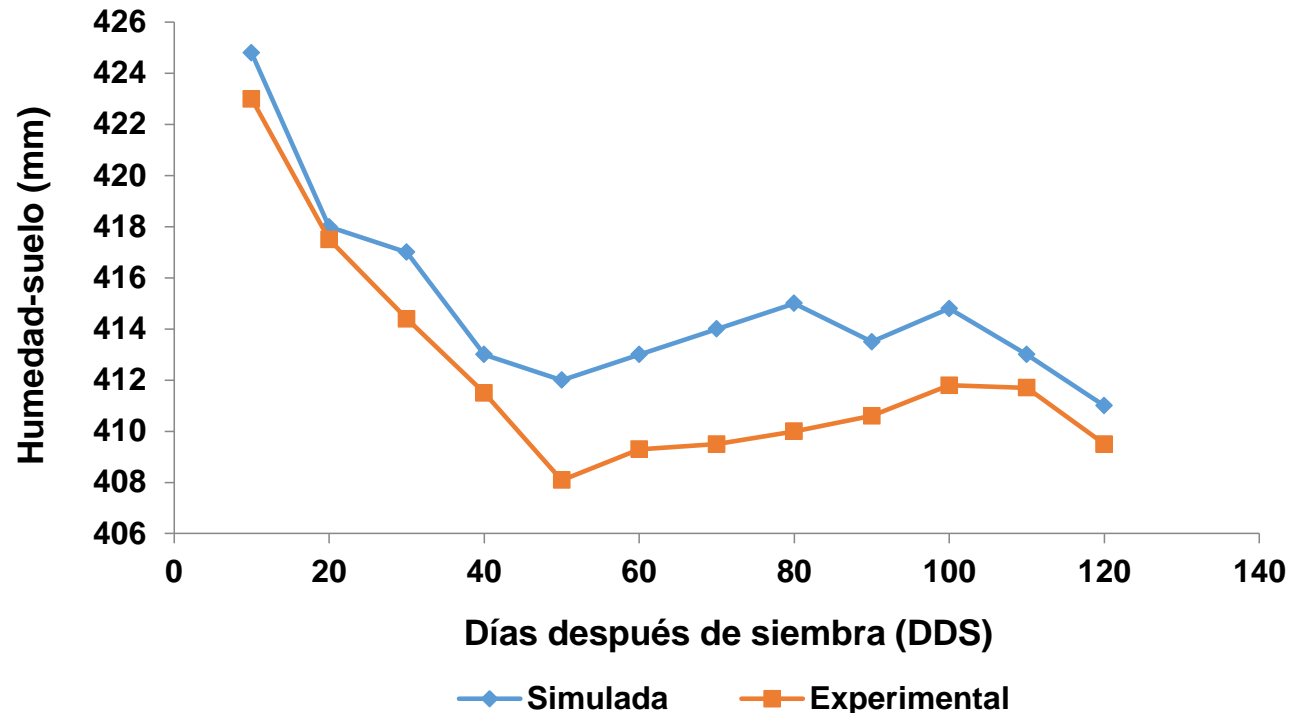


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Resultados y Discusión

**Comparación de valores simulados con AQUACROP y observados de la humedad del suelo en el cultivo de frijol en el norte de Sinaloa.**





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



## Resultados y Discusión

### Resultados de rendimiento de datos observados y simulados.

Variable	Observado	Modelado AQUACROP	Modelado sin estrés hídrico
Fecha de Siembra	15/11/2010	15/11/2010	15/11/2010
Densidad (plantas ha <sup>-1</sup> )	175 000	175 000	175 000
Textura	Arcillosa	Arcillosa	Arcillosa
Fertilización (NPK)	222-48-269	Sin estrés de fertilidad	Sin estrés de fertilidad
Temperatura umbral °C	Mín= 8; Máx= 23	Mín= 8; Máx= 23	Mín= 8; Máx= 23
Días a madurez	128	127	127
°D a madurez	1235	1227	1227
Lamina neta (mm)	347	347	325
Lamina Bruta (mm)	371	371	325
Biomasa (t ha <sup>-1</sup> )	9.145	9.105	9.451
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	3.23	3.32	3.18

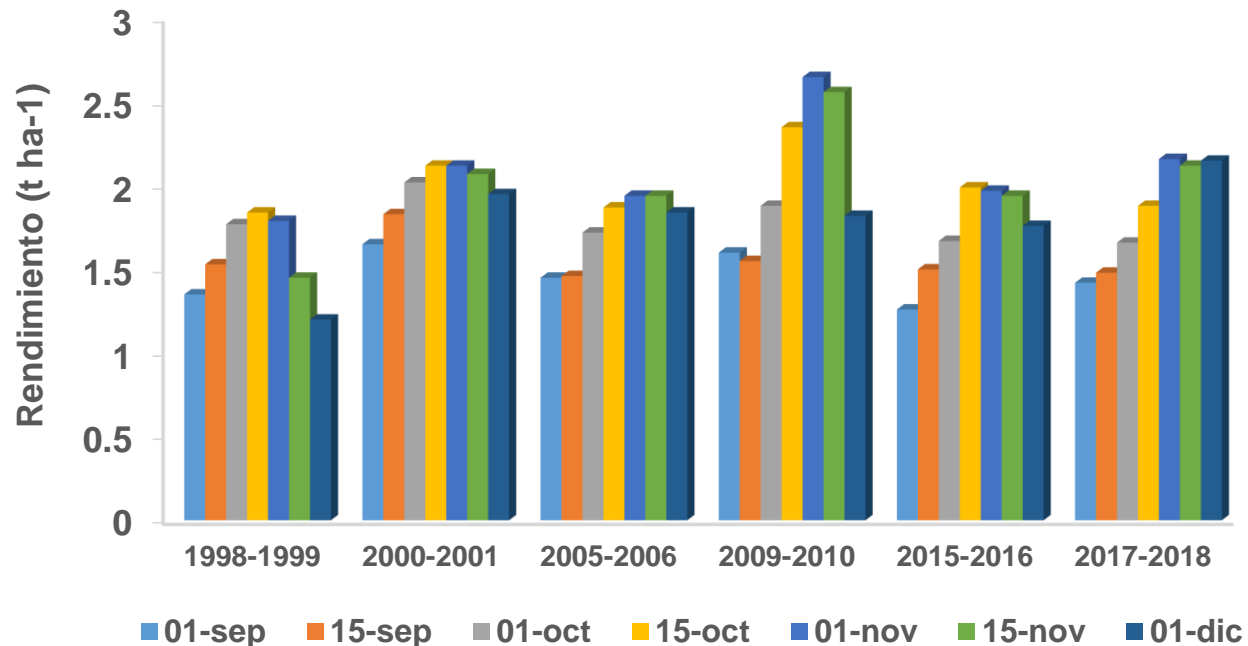


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Resultados y Discusión

**Comportamiento de la productividad del cultivo de frijol para diferentes años y fecha de siembra en el norte de Sinaloa.**



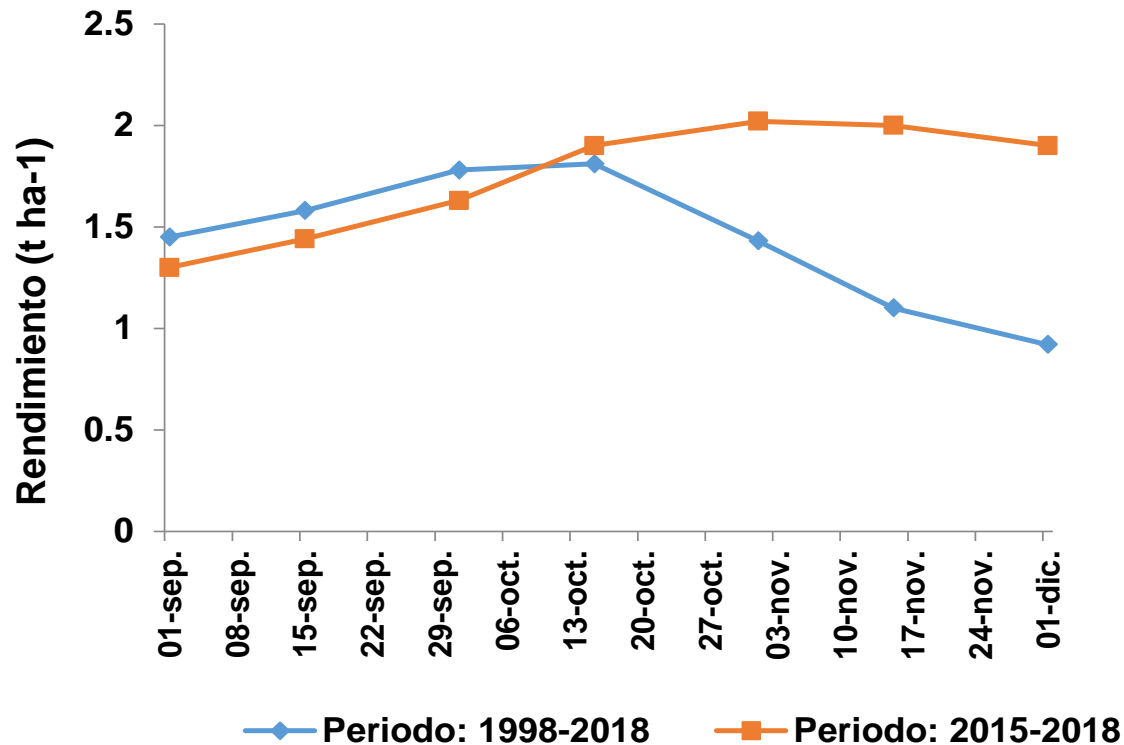


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Resultados y Discusión

**Comportamiento del rendimiento para diferentes fechas de siembra con clima promedio.**





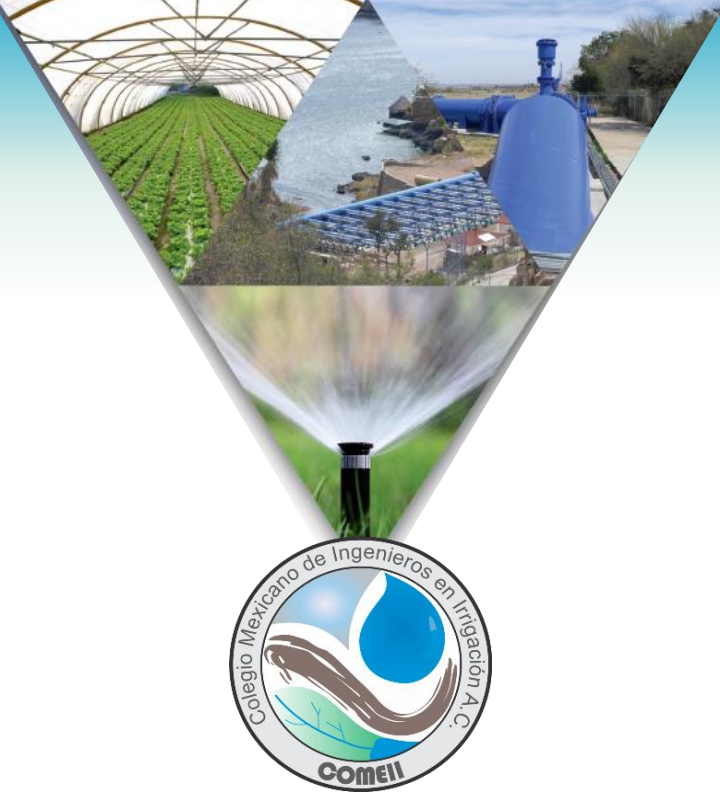


IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE  
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



## Conclusiones

- El modelo AQUACROP es una excelente herramienta de apoyo para la toma de decisiones a nivel parcelario al poder simular con buena confiabilidad el rendimiento del frijol bajo diferentes condiciones de manejo del riego y climáticas, escenarios presentes en los distritos de riego del norte de Sinaloa.
- La ventaja del modelo al simular la productividad en base al requerimiento hídrico es que se pueden generar dichos requerimientos para diferentes fechas de siembra y ubicar la más adecuada para establecer el cultivo.
- La calendarización del riego, la simulación de crecimiento y el pronóstico del rendimiento son algunas de las ventajas de AQUACROP como herramienta de planeación y seguimiento de un ciclo agrícola considerando escenarios como variabilidad climática.



# Gracias

RUIZ-PÉREZ VLADIMIR  
PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA  
FACULTAD DE AGRICULTURA DEL VALLE DEL FUERTE  
[VDYX@HOTMAIL.COM](mailto:VDYX@HOTMAIL.COM)

