



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



## SESIÓN ESTUDIANTIL

# PRONÓSTICO DE RENDIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UN MODELO HIDROLÓGICO CALIBRADO CON DATOS OBSERVADOS.

## Estudio de caso en agricultura de esorrentía en zonas áridas.

José Antonio Miranda Rojas; Aurelio Pedroza Sandoval ; Ignacio Sánchez Cohen; Ricardo Trejo Calzada ; Isaac Gramillo Ávila.



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Sonhos  
universidad personalizada



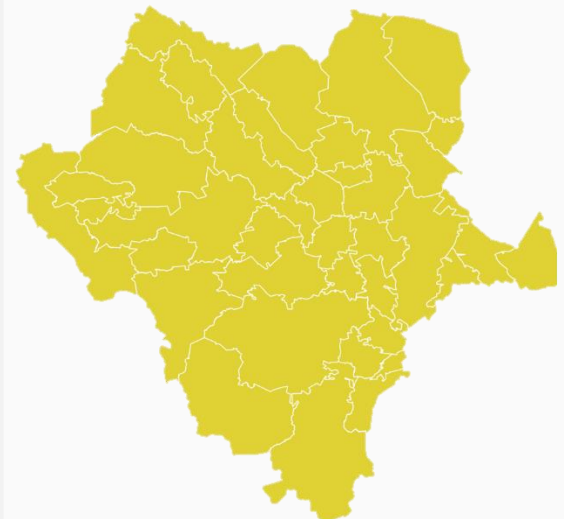
TIAMEX

# Introducción

En Durango se siembran 670,000 hectáreas, de las cuales 612,000 son con cultivos cíclicos y 58,000 son con cultivos perennes, donde la agricultura de temporal se extiende prácticamente por todo el territorio del Estado (SADER, 2019)

En las regiones de menor régimen pluviométrico es común la agricultura de esorrentía, la cual consiste en aprovechar los escurrimientos hídricos superficiales proveniente de pequeñas cuencas hidrológicas, en lugar de depender únicamente de la lluvia *in situ*,

En la región semiárida y árida de México la actividad agrícola está sujeta a la temporada de lluvias, en donde la precipitación, además de ser escasa, es errática, lo cual origina periodos de sequía que afectan la producción de los cultivos (Colef, 2020).



El estado de Durango cuenta con una precipitación media anual de 500 mm (INEGI, 2021) y una evaporación potencial media de 1802.4 mm anuales (CONAGUA, 2020).

Realizar un balance de agua del sitio de interés bajo diferentes escenarios de ocurrencia de lluvia, es una tecnología viable que permita un óptimo aprovechamiento, tanto de lluvia como de escurrimientos.

## Materiales y métodos

### Objetivo.

Calibrar un modelo hidrológico con base en datos observados en los cultivos de maíz y sorgo forrajero en condición de agricultura de esorrentía, que permita generar una serie de escenarios posibles de rendimientos en cultivos de temporal con base en pronóstico de lluvia y escurrimiento superficial bajo diferentes esquemas de fechas de siembra.

Se calibró el modelo de simulación del balance de agua en el suelo, SICTOD2.1, desarrollado por el INIFAP CENID RASPA

El estudio se realizó en el ejido La Purísima y Roma-Texas del Municipio de Mapimí, Dgo.

Se seleccionaron dos parcelas productivas de maíz (Ubicadas en La Purísima) y una de sorgo (En Roma-Texas) desde la fase de siembra.

### Variables

- Contenido de humedad del suelo (%) medidos con el equipo modelo Extech MO750.
- Rendimiento de biomasa fresca y grano ( $\text{Kg m}^{-2}$ )

Se aplicó un muestreo simple aleatorio, seleccionando cinco sitios dentro de la parcela y en cada sitio se tomaron cuatro plantas para medir las siguientes variables:

# Materiales y metodos

## Modelo SICTOD2.1

El modelo analiza las probabilidades de ocurrencia de lluvias, y consecuente escurrimiento, basado en el historial climatológico de la región de interés. El método consiste en realizar el balance de agua en el suelo considerando la probabilidad de que ocurra lluvia y escurrimiento, el tipo de suelo, las necesidades de agua del cultivo, la fecha de siembra y las características de la cuenca cercana que vierte agua a la parcela.

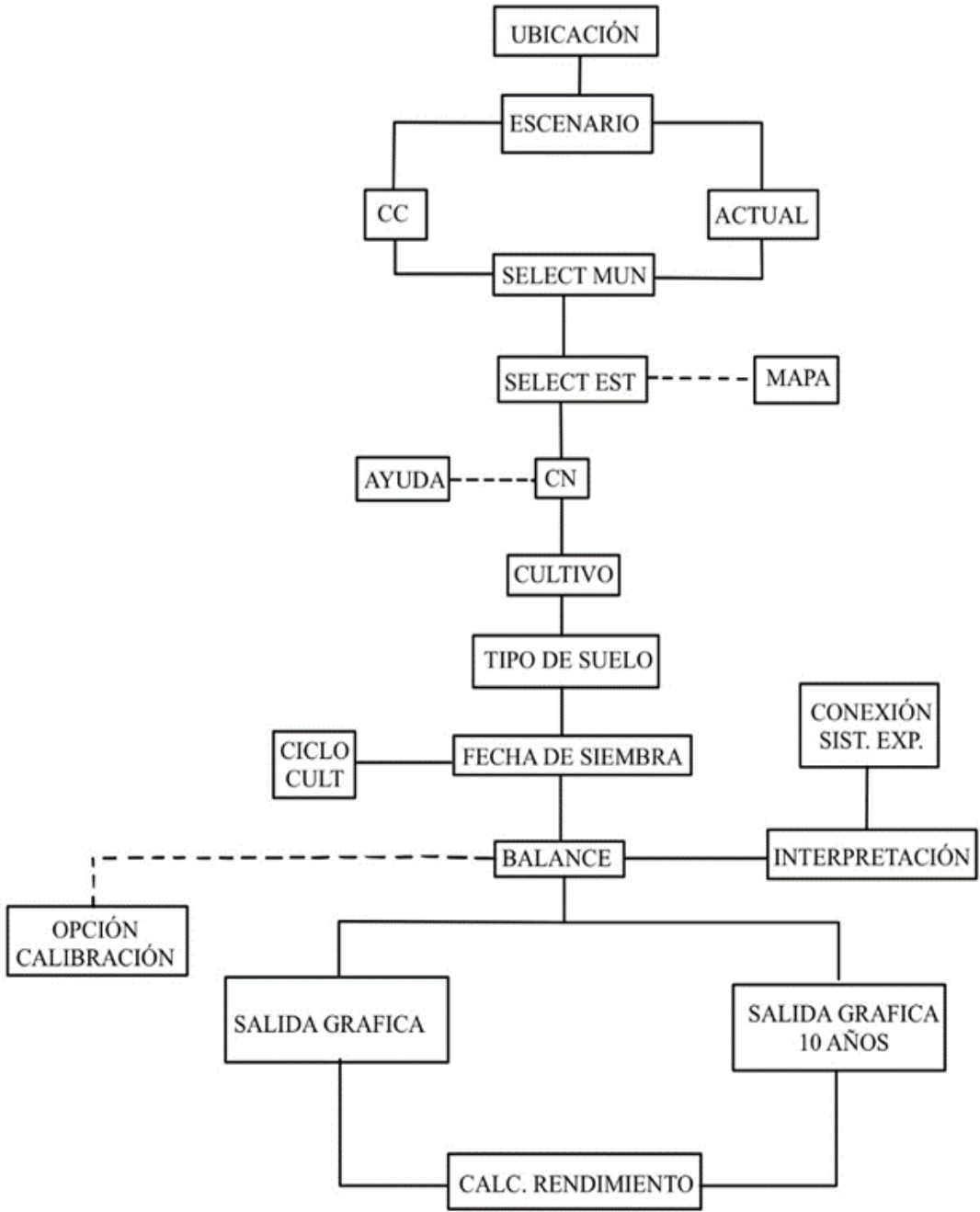


Figura 1. Diagrama de flujo-Funcionamiento de modelo SICTOD2.1



# Resultados

Para el rendimiento, la parcela 2 registró un mayor porcentaje de rendimiento en ambos tipos de rendimiento (biomasa fresca y grano). En el caso de cultivo de sorgo en la parcela 3, se obtuvo una respuesta de aproximadamente 100% mayor de rendimiento en biomasa fresca, con respecto a las otras dos parcelas de maíz; sin embargo, en la parcela 3 el rendimiento en grano fue ligeramente menor que el obtenido en la parcela 2 (Figura 2).

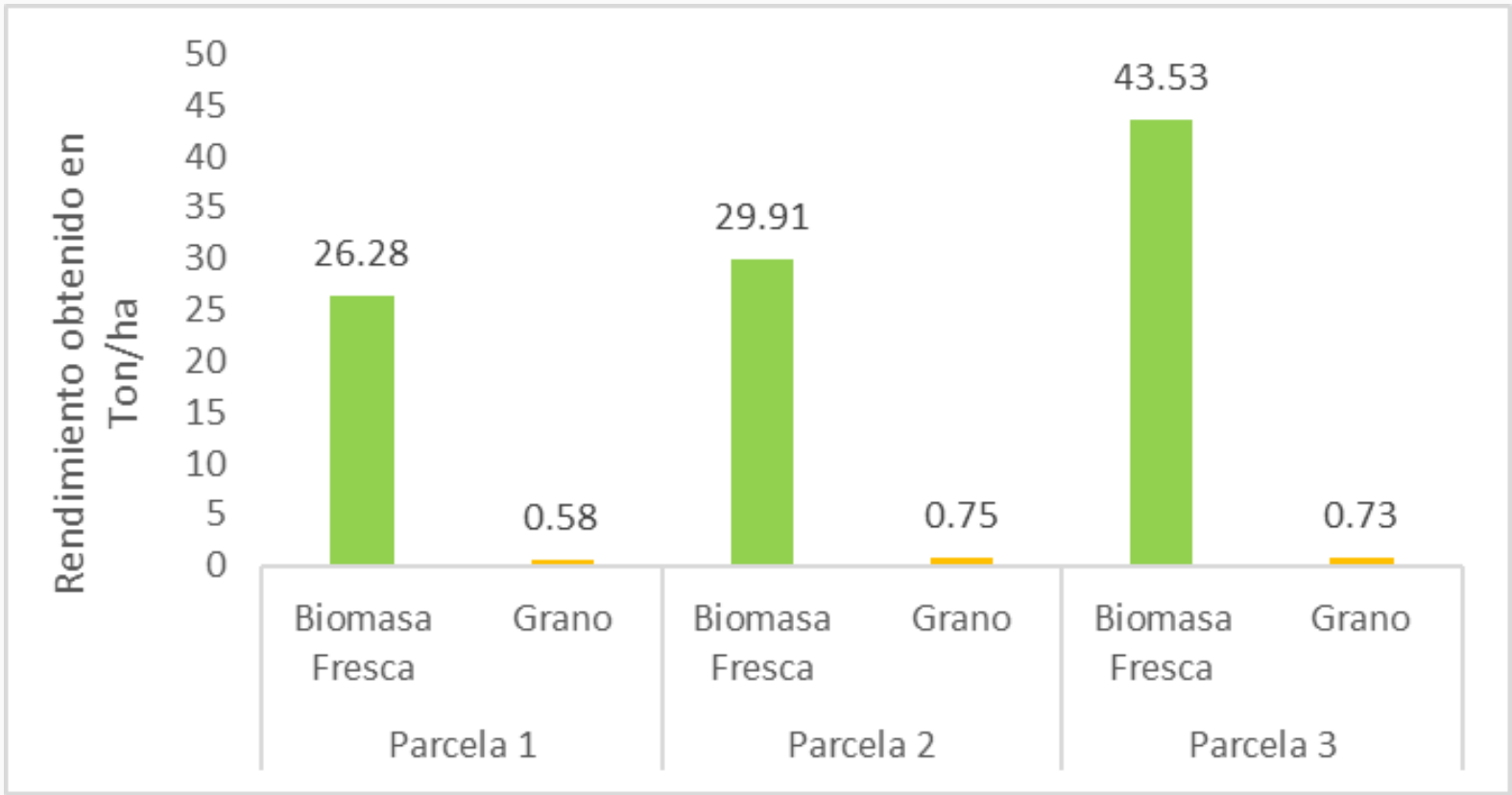


Figura 3. Rendimiento de biomasa fresca y grano de la parcela 1 (maíz), parcela 2 (maíz) y parcela 3 (sorgo).

# Resultados

El modelo al calibrarse con los datos de campo logra generar las probabilidades de ocurrencia de lluvias, y consecuente escurrimiento, basado en el historial climatológico de la región de estudio con una  $r^2$  de 0.83 (Figura 3) para la parcela 1 de maíz

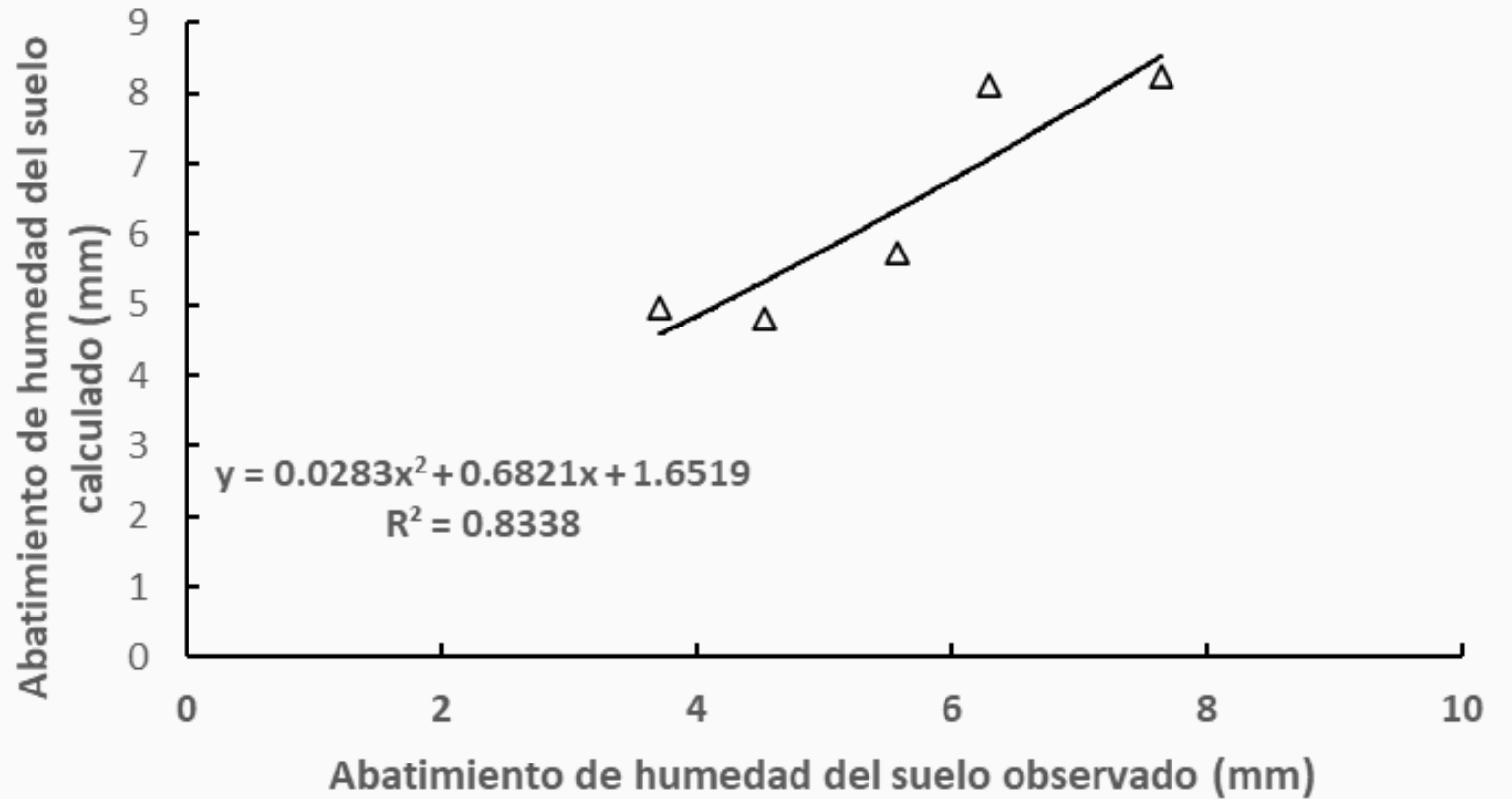


Figura 4. Comportamiento del Modelo SICTOD2.1 con los resultados observados y los calculados para la parcela 1 (maíz).

# Resultados

En siembra típica para el cultivo MAIZ CIH= 10 mm TEXT= LIGERA

Balance con datos observados para MAPIMI Rend Rel =  $Y_a/Y_m = 0\%$  CN = 77

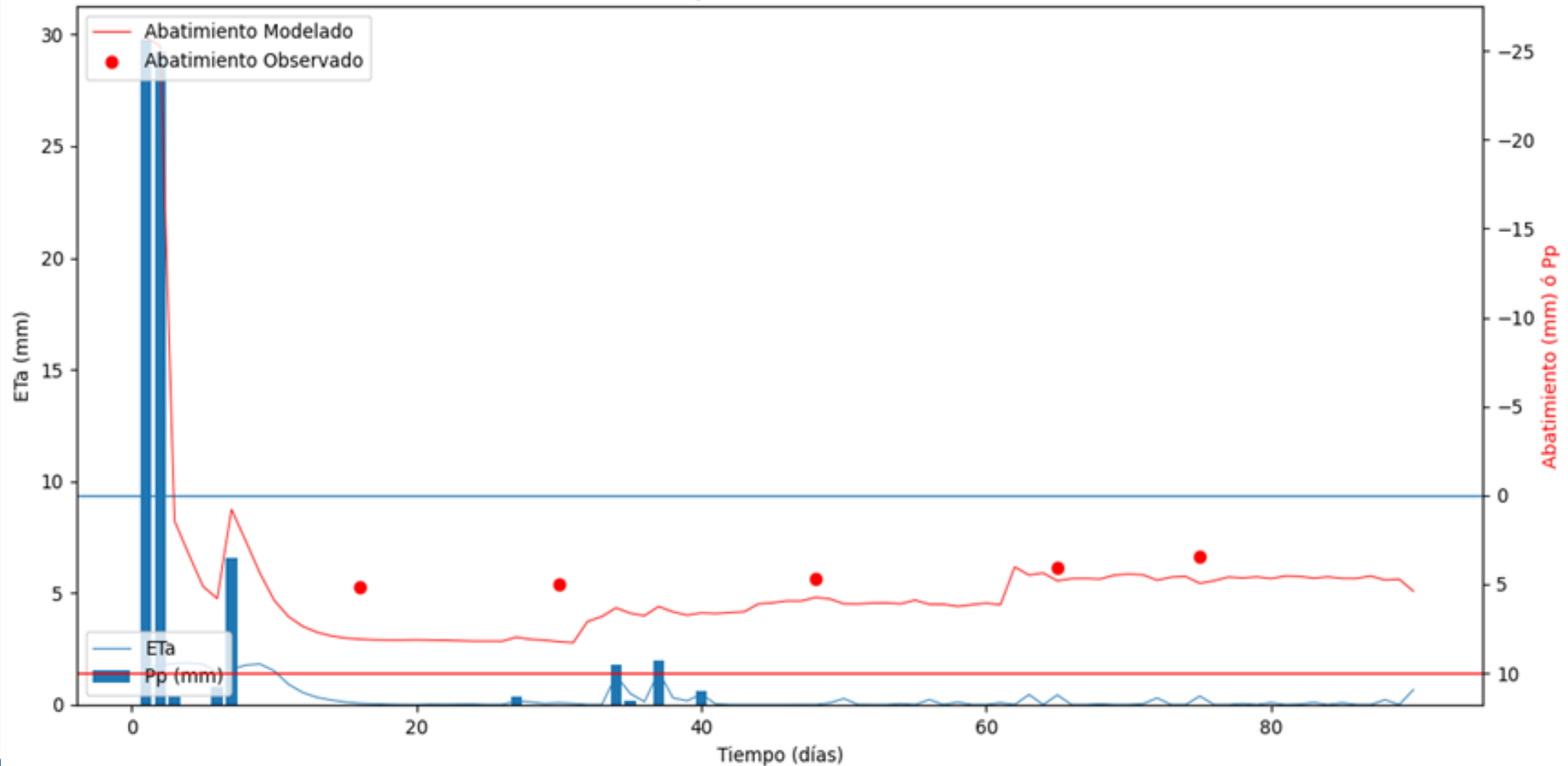


Figura 5. Balance/calibración de datos observados parcela 1





# Resultados

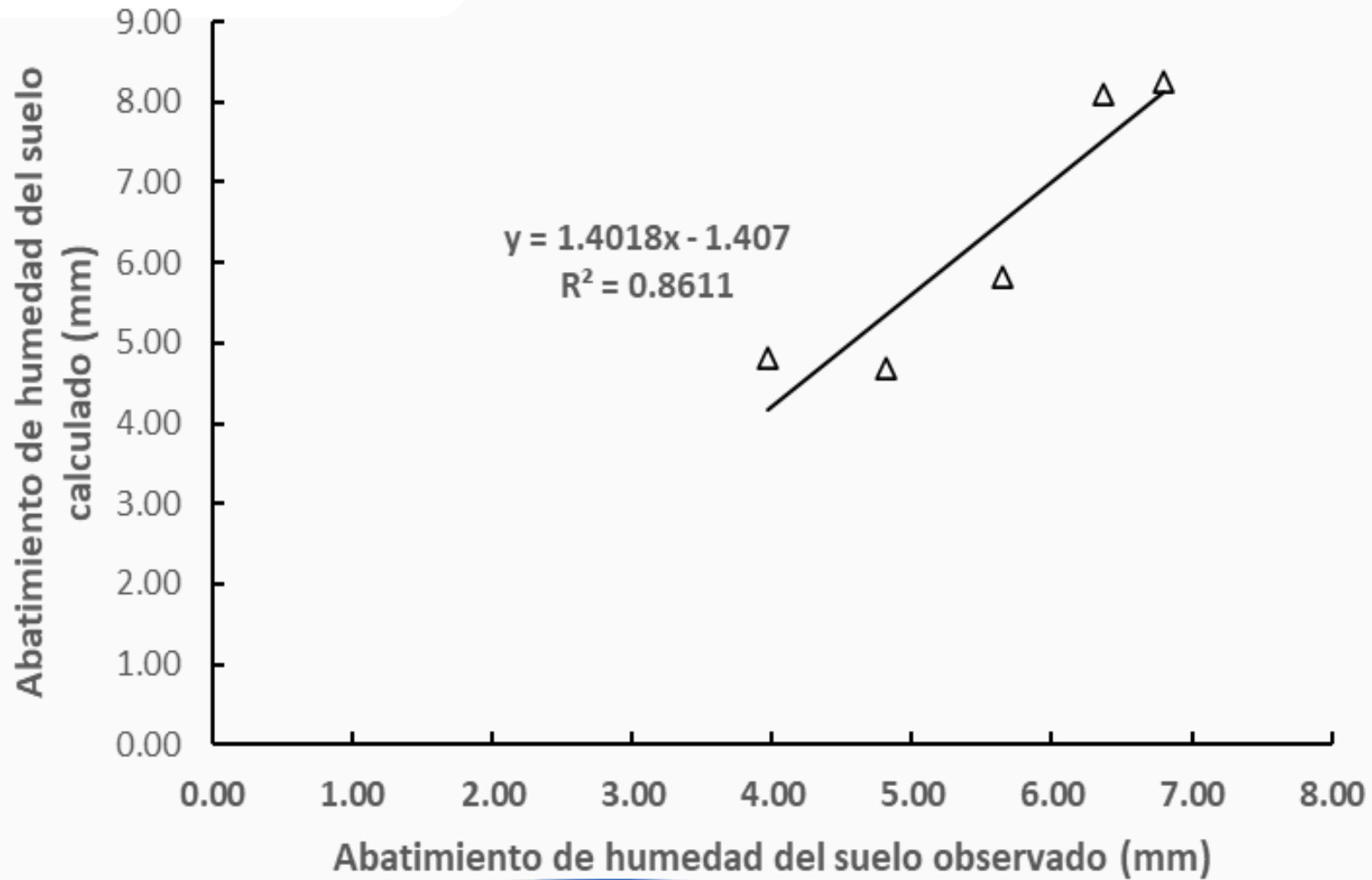


Figura 6. Comportamiento del Modelo SICTOD2.1 con los resultados observados y los calculados para la parcela 2 (maíz).

# Resultados

En siembra típica para el cultivo MAIZ CIH= 10 mm TEXT= LIGERA  
Balance con datos observados para MAPIMI Rend Rel =  $Y_a/Y_m = 0\%$  CN = 77

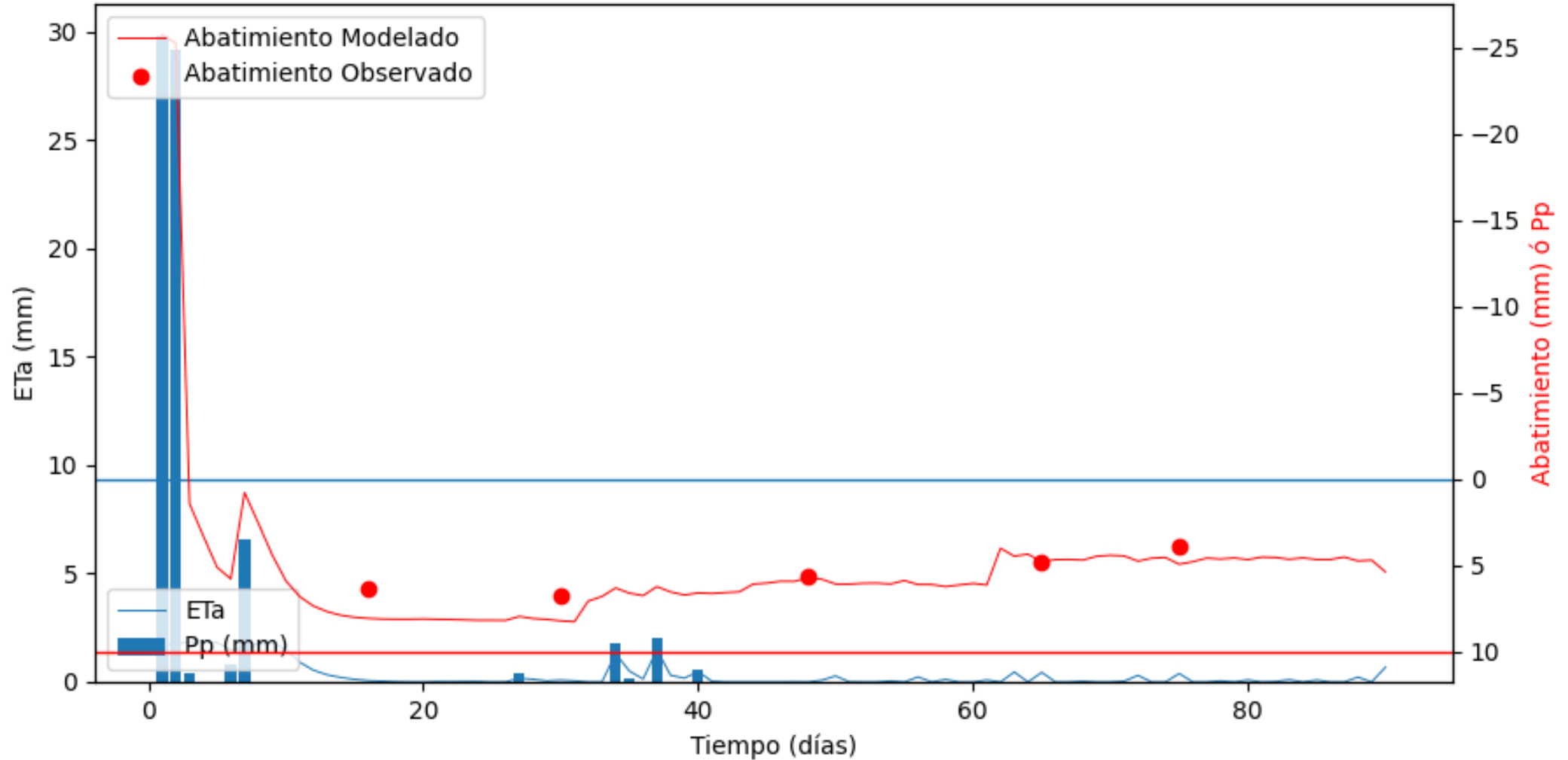


Figura 7. Balance/calibración de datos observados parcela 2

# Resultados

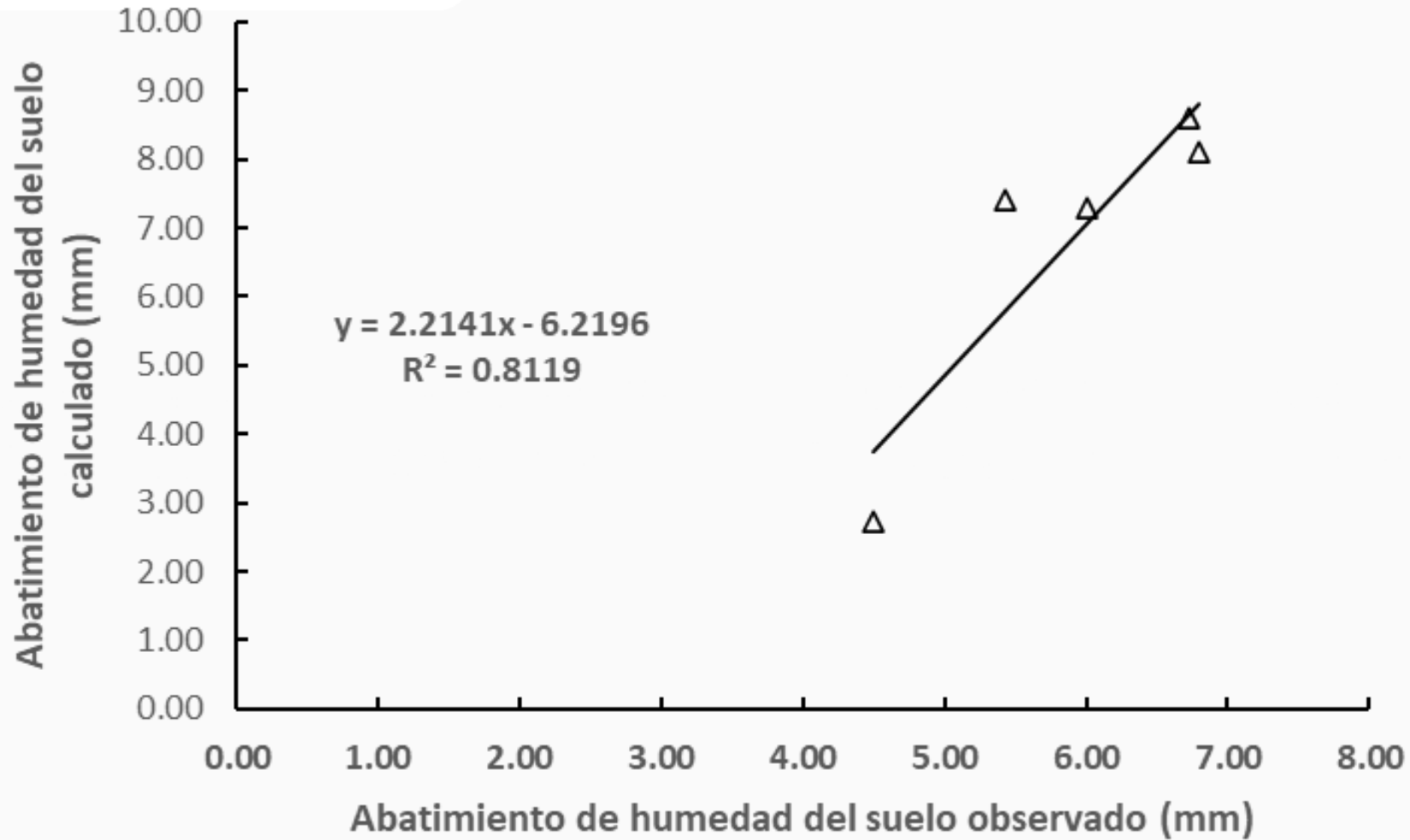


Figura 8. Comportamiento del Modelo SICTOD2.1 con los resultados observados y los calculados para la parcela 3 (Sorgo).

# Resultados

En siembra típica para el cultivo SORGO CIH= 10 mm TEXT= LIGERA

Balance con datos observados para MAPIMI Rend Rel =  $Y_a/Y_m = 18.284\%$  CN = 72

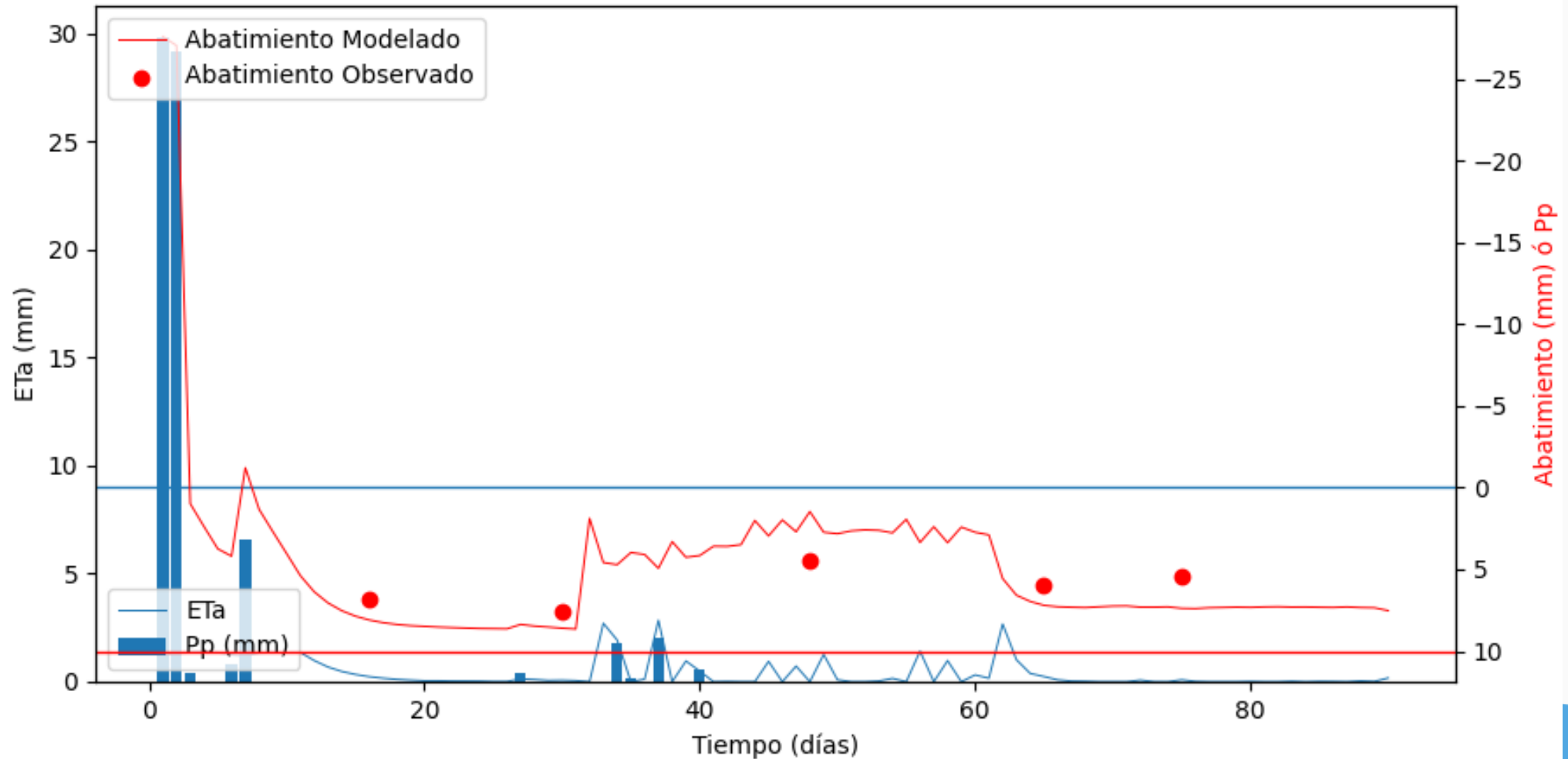


Figura 9. Balance/calibración de datos observados parcela 3

# Discusión

Con los resultados obtenidos de la calibración y sabiendo que el modelo genera escenarios de pronóstico con una confiabilidad igual o superior al 80, se trabajó para generar las fechas optimas de siembra para los cultivos considerados en cada municipio del estado de Durango.

FOLLETO:

MANEJO DE SIEMBRAS EN LA AGRICULTURA DE TEMPORAL DEFICIENTE PARA EL ESTADO DE DURANGO, MEXICO

# FECHAS OPTIMAS DE SIEMBRA PARA LOS CULTIVOS CONSIDERADOS EN CADA MUNICIPIO



DEL ESTADO DE DURANGO.





VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# Conclusión

La calibración del modelo SICTOD2.1 fue exitosa con una certeza que supera el 80%. Esta alta precisión es de vital importancia para optimizar el aprovechamiento tanto de las lluvias como de los flujos de escorrentía en la zona de aplicación, además de permitir identificar las fechas óptimas de siembra basadas en el análisis del historial de la presencia de lluvias de años previos. Estos resultados respaldan la utilidad y aplicabilidad del modelo SICTOD2.1 como una herramienta valiosa en la toma de decisiones relacionadas con la agricultura de temporal y el manejo sostenible de recursos hídricos.



# Bibliografía

- Colef, 2020. El efecto del cambio climático en las zonas áridas y semiáridas. <https://www.colef.mx/estemes/el-efecto-del-cambio-climatico-en-las-zonas-aridas-y-semiaridas/>
- CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cabrera-Ocampo(1008), Estado de Durango. [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/durango/DR\\_1008.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1008.pdf)
- INEGI. 2021. Información por entidad. Durango. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/territorio/clima.aspx?tema=me&e=10>
- Pedroza, A., Sánchez, I. y Trejo, R. 2022. Captación de agua de lluvia para zonas con déficit hídrico. Agenda digital en plataforma Python. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. De México. Primera Edición. 27 p.
- SADER. 2019. Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas. Compendio de indicadores 2018, Durango. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2020/03/19/1889/19032020-compendio-pcef-2018.pdf>



VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# ¡GRACIAS!

Correo: [sr.mirandaja@gmail.com](mailto:sr.mirandaja@gmail.com)

Tel: 5543580891



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



AGRICULTURA  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

