



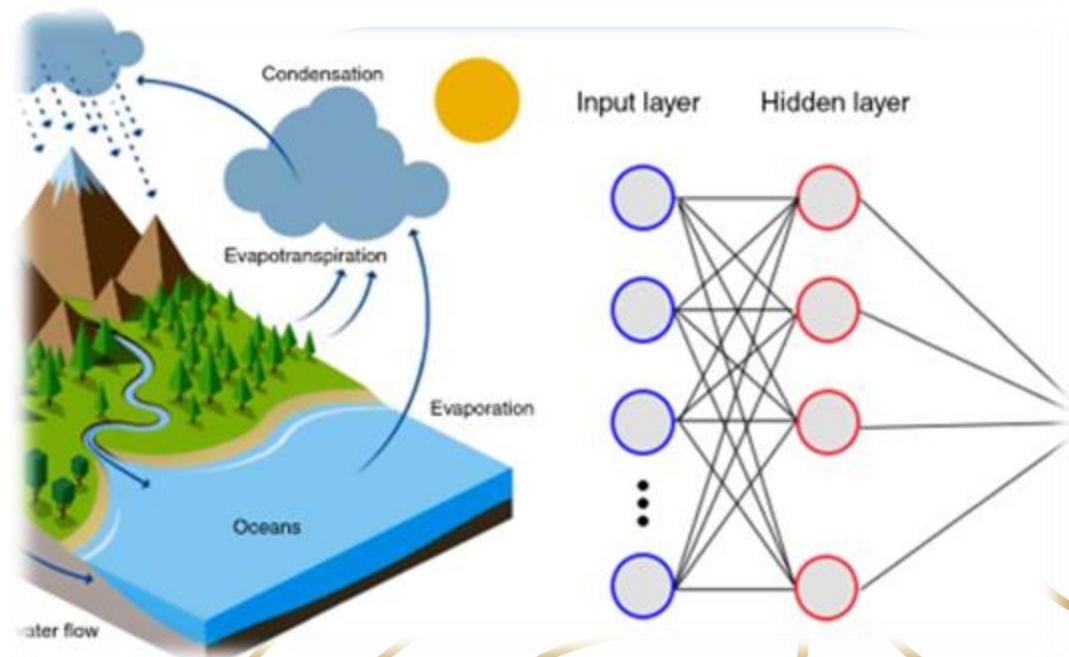
**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



**CONFERENCISTA MAGISTRAL**

# Evaluación y Desarrollo de Funciones de Pedotransferencia y Redes Neuronales Artificiales para la estimación de la Humedad a Saturación

Dr. Josué de Jesús Trejo Alonso,  
M. en C. Sebastián Fuentes, M. en C.  
Nami Molaes Durán & Dr. Carlos Chávez



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023

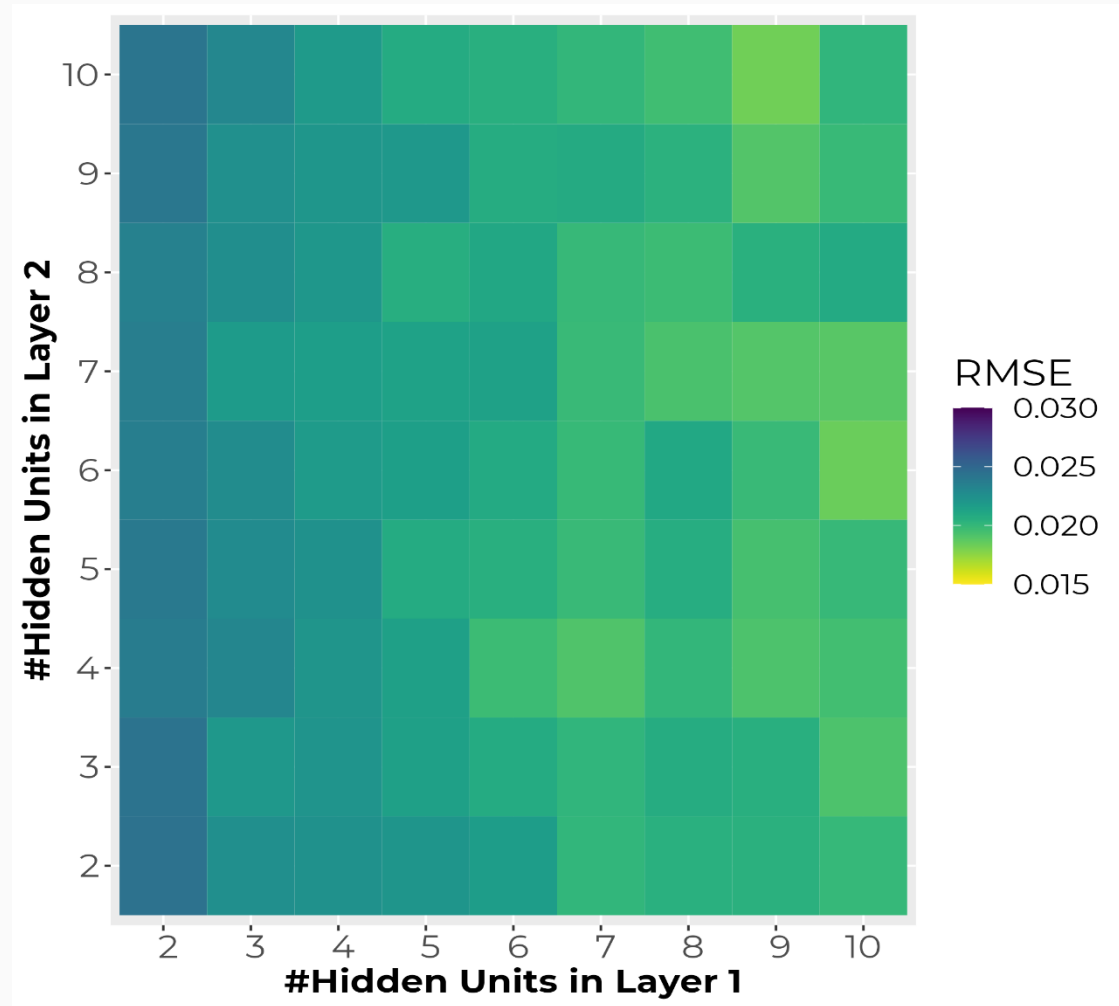


**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



# CONTENIDO

1. Introducción
2. Motivación y Objetivo
3. Metodología
  - a) PTFs
  - b) ANNs
4. Resultados
5. Conclusiones



# INTRODUCCIÓN

- Descripción del flujo del agua: ecuación de Richards,  $K(\psi)$  y  $\theta(\psi)$  e. g. Chávez & Fuentes (2019), Fuentes et al. (2022).
- Funciones de Pedotransferencia: e. g. Wösten et al. (2001), Patil & Singh (2016).
- Redes Neuronales Artificiales: e. g. Erzin et al. (2019), Trejo-Alonso et al. (2021).

## MOTIVACIÓN Y OBJETIVO

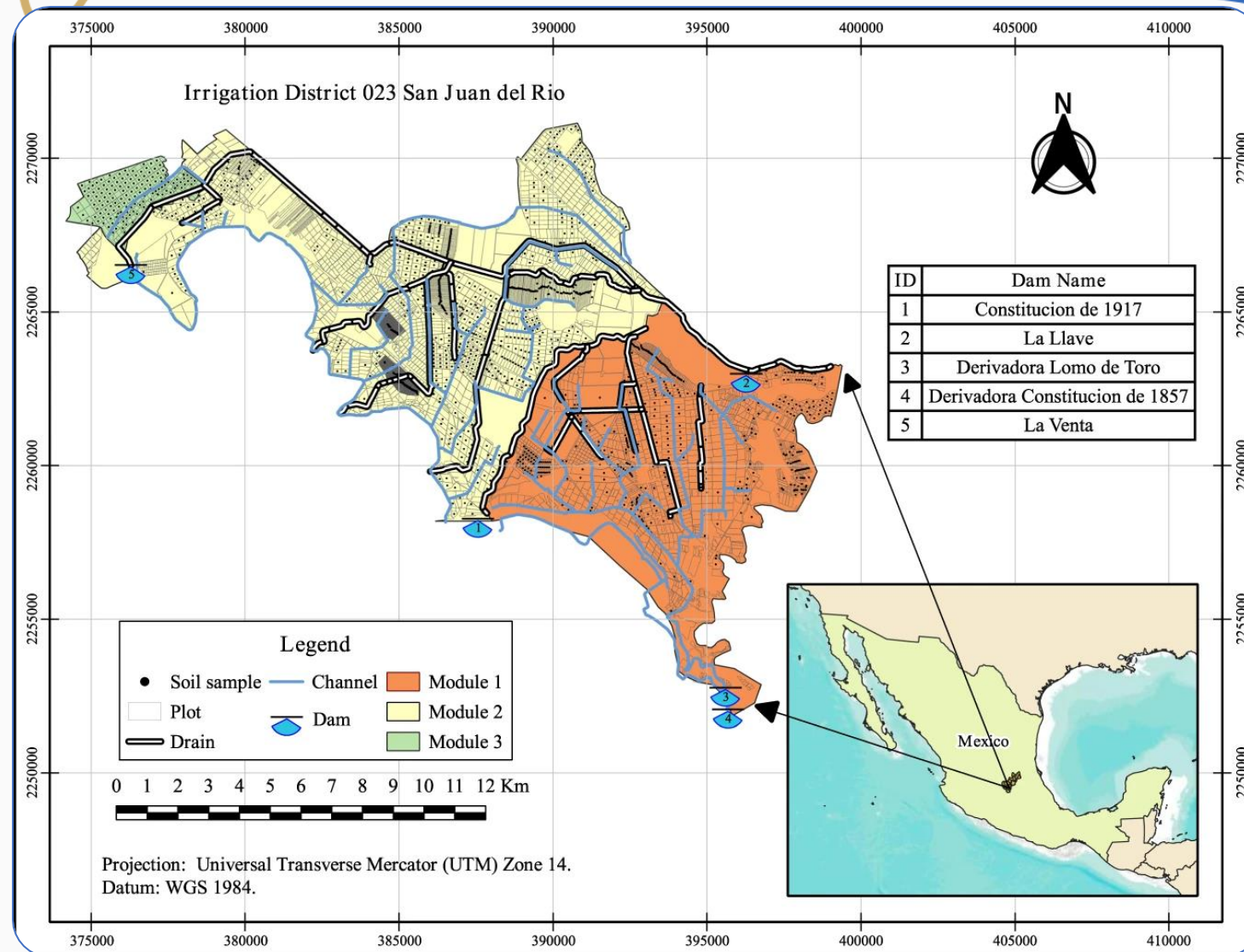
- Gestionar de manera sustentable el recurso hídrico.
- Desarrollar funciones de Pedotransferencia y Redes Neuronales Artificiales para generar predicciones de la humedad a saturación con base en otras propiedades del suelo que conlleven un menor costo para su medición.

# METODOLOGÍA

## Área de estudio

La base de datos utilizada en este estudio fue desarrollada en una superficie de 11,048 ha. Mediante muestreos en 900 parcelas del Distrito de Riego 023 ubicado entre los municipios de San Juan del Río y Pedro Escobedo en el estado de Querétaro, México.

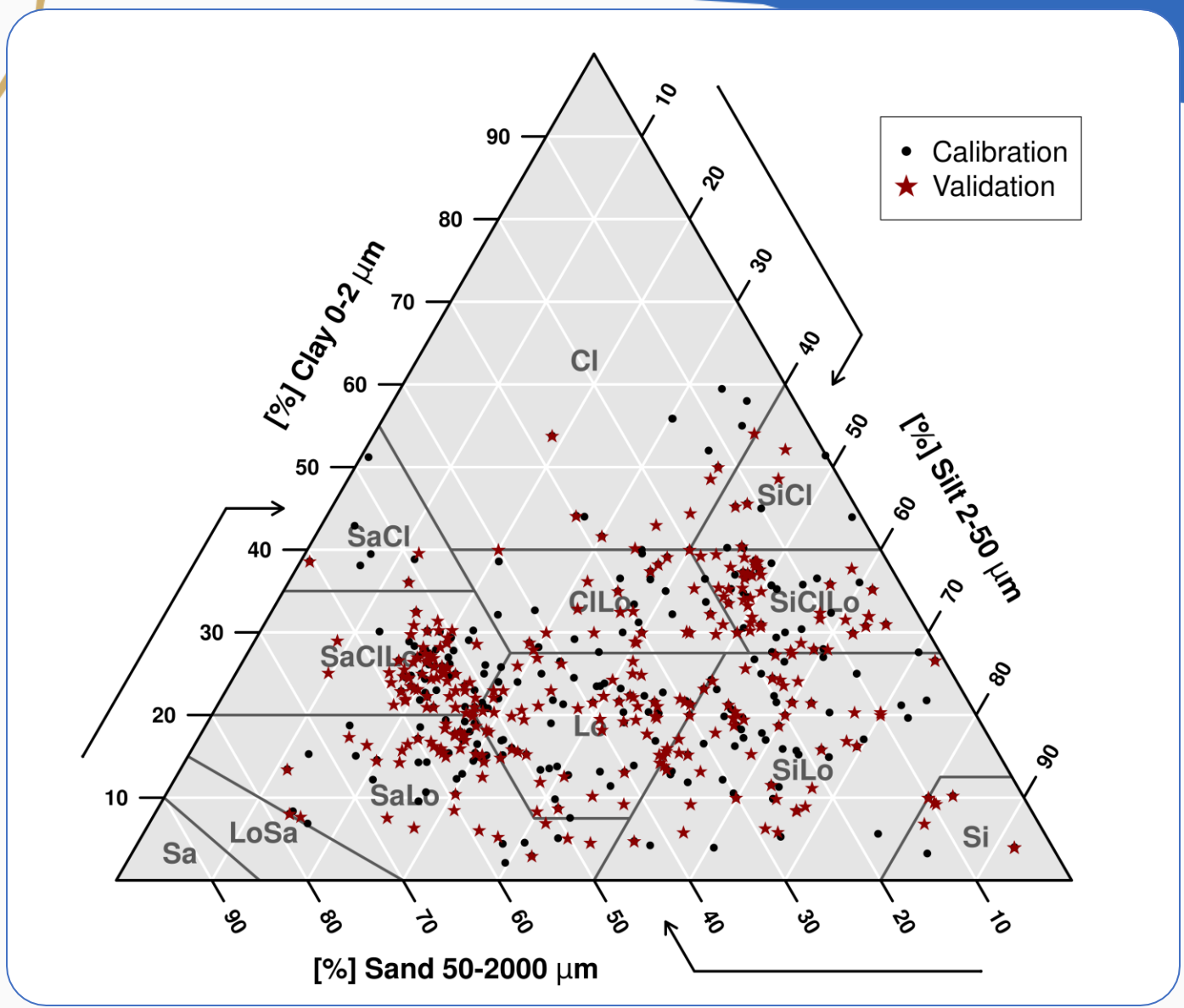
Detalles en Morales-Durán et al. (2023).



# METODOLOGÍA

## Texturas de Suelo

- La base de datos contiene 10 de los 12 tipos de suelos texturales según el triángulo de texturas propuesto por la USDA.
- El diagrama se hizo usando el paquete "Soil Texture" de R (Moeys, 2018).



# METODOLOGÍA

## Nuevas PTFs

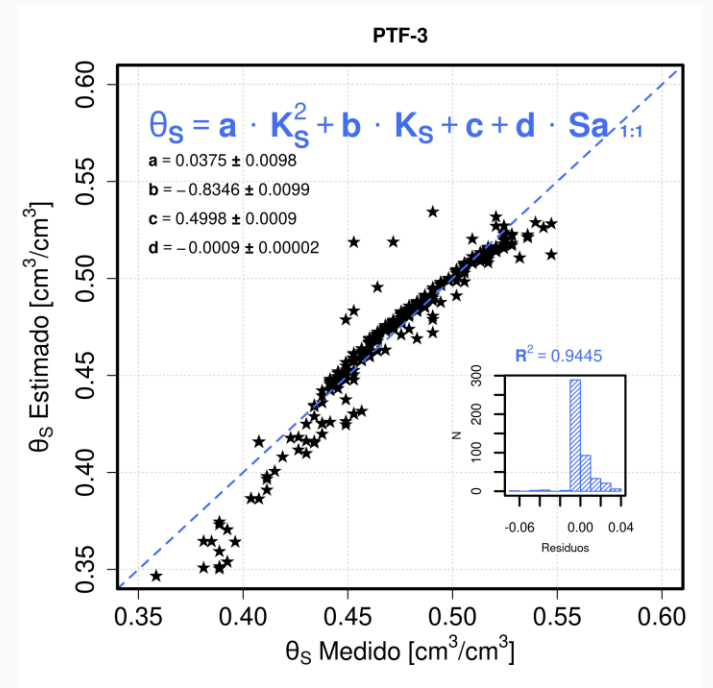
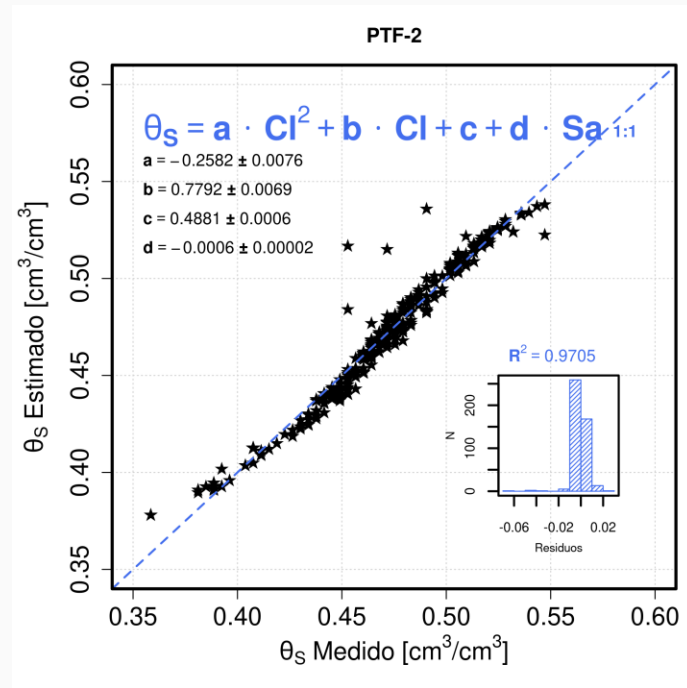
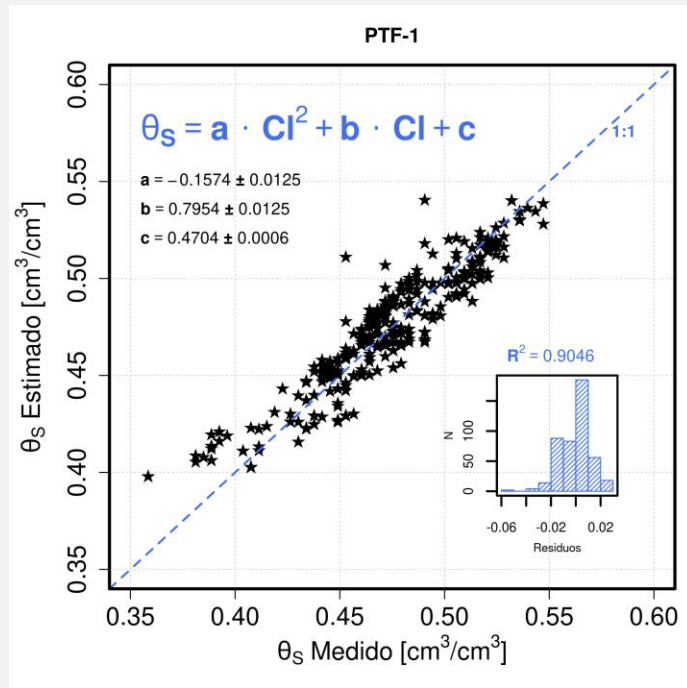
- Con base en un Análisis de Componentes Principales.
- Se intenta usar el mínimo de variables posible. 50% validación y 50% calibración.

PTF	Formula
PTF-1	$\theta_s = a \cdot Cl^2 + b \cdot Cl + c$
PTF-2	$\theta_s = a \cdot Cl^2 + b \cdot Cl + c + d \cdot Sa$
PTF-3	$\theta_s = a \cdot K_s^2 + b \cdot K_s + c + d \cdot Sa$
PTF-4	$\theta_s = a \cdot K_s^2 + b \cdot K_s + c + d \cdot Sa + e \cdot Cl^2 + f \cdot Cl$
PTF-5	$\theta_s = a \cdot \exp(b \cdot Cl)$
PTF-6	$\theta_s = a + b \cdot \ln(Cl) + c \cdot BD$
PTF-7	$\theta_s = a + b \cdot Cl^2 + c \cdot Cl + d \cdot BD$
PTF-8	$\theta_s = a + b \cdot Cl^2 + c \cdot Cl + d \cdot BD + e \cdot Sa$

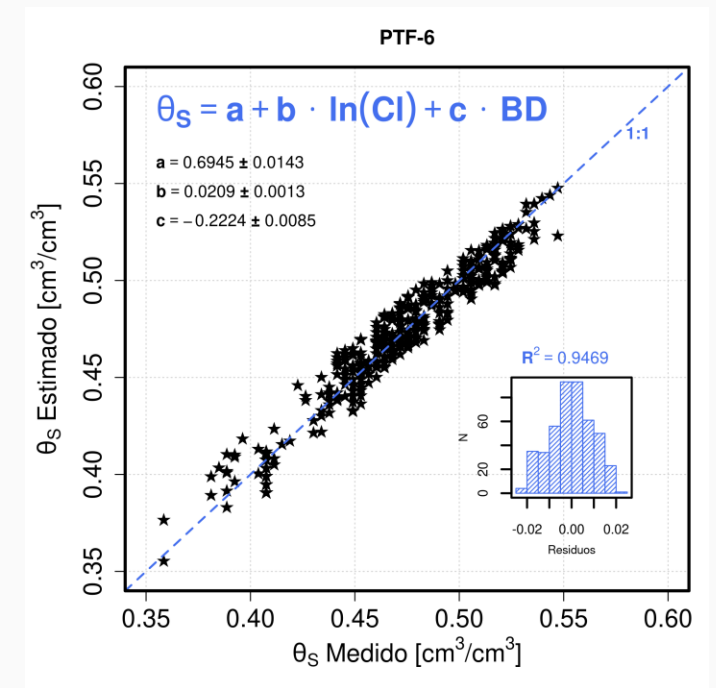
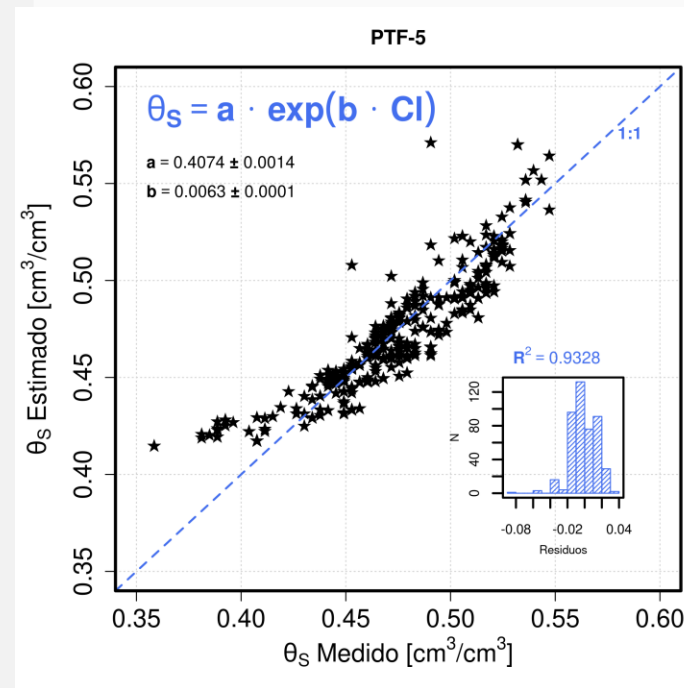
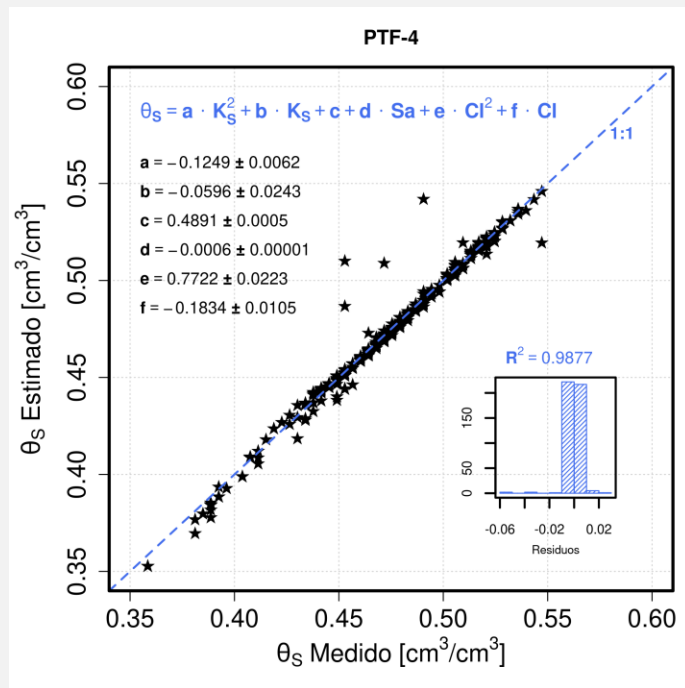




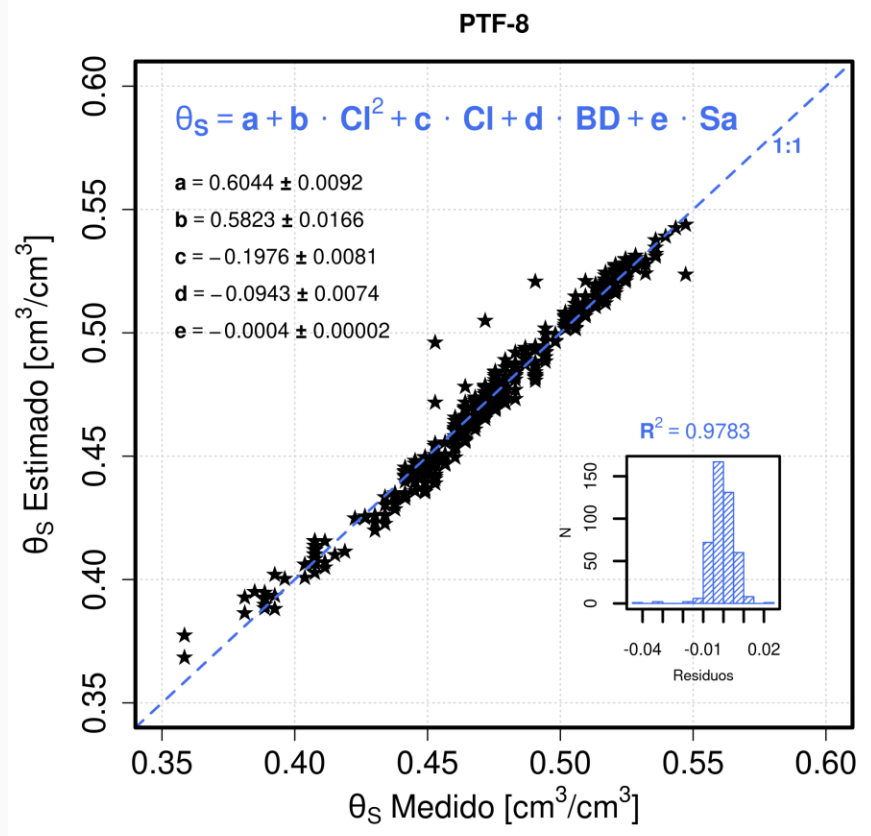
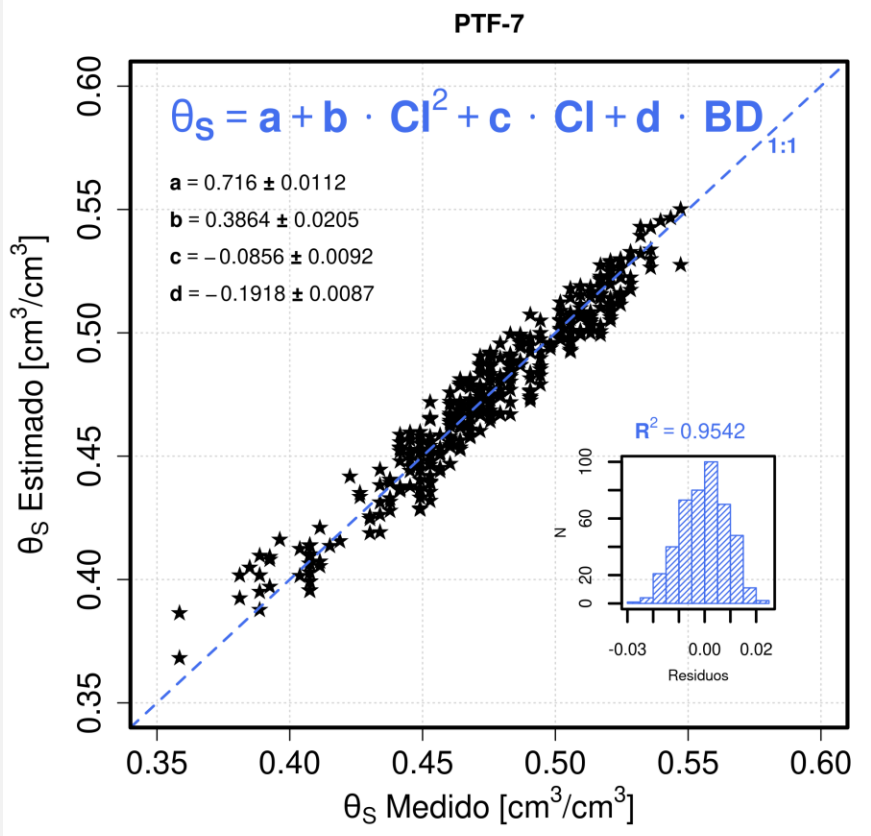
# RESULTADOS: PTFs



# RESULTADOS: PTFs

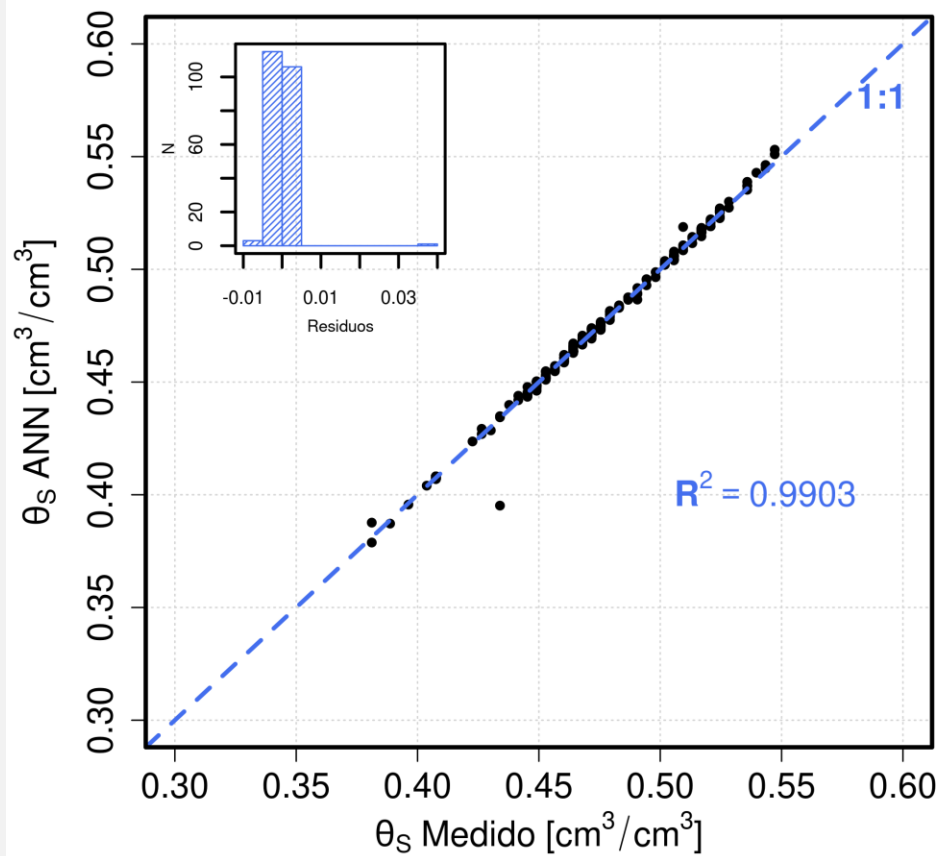


# RESULTADOS: PTFs

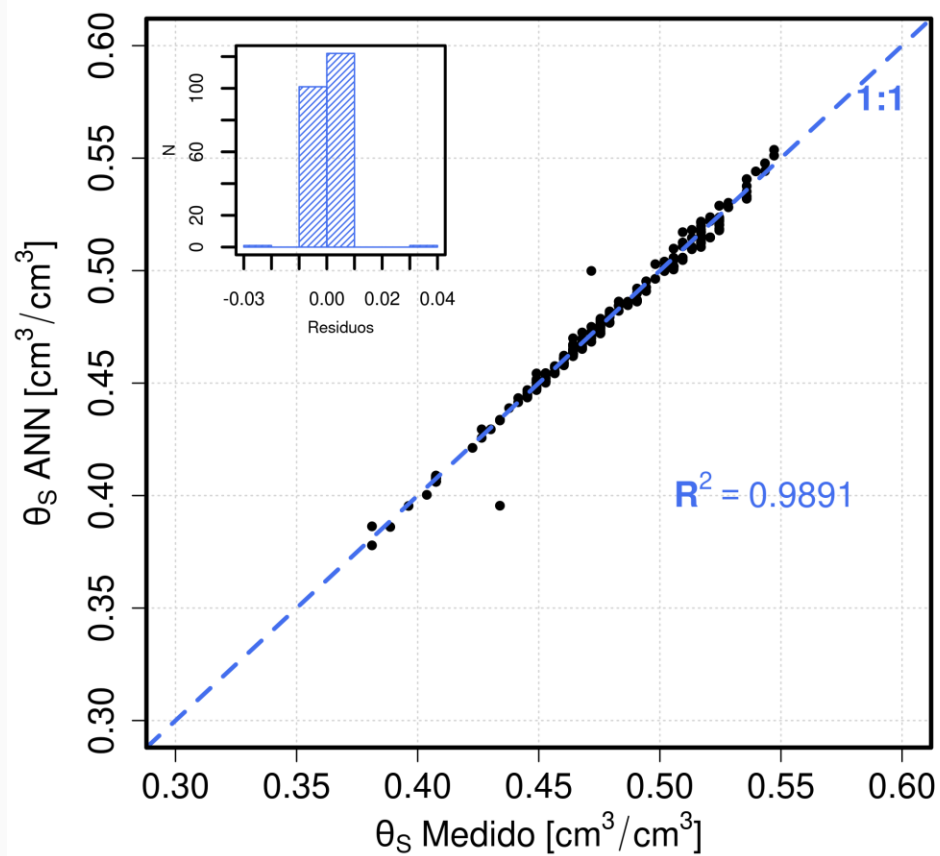


# RESULTADOS: ANNs

2 Capas Ocultas / 5 datos entrada



2 Capas Ocultas / 4 datos entrada



## CONCLUSIONES

1

Las PTFs obtenidas en el trabajo son más precisas que las mostradas en la literatura con  $R^2 > 0.9046$  con sólo tres parámetros de entrada.

2

Para las ANNs tenemos que  $R^2 > 0.9891$ .

3

Se obtiene que las ANNs ofrecen mejores resultados que las PTFs.

4

Para diseños de riego más precisos debería usarse las ANNs, sin embargo, si deseamos una respuesta rápida para dicho modelaje y riego se pueden usar las PTFs con excelentes resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chávez, C.; Fuentes, C. Design and Evaluation of Surface Irrigation Systems Applying an Analytical Formula in the Irrigation District 085, La Begoña, Mexico. *Agric. Water Manag.* 2019, 221, 279–285.
2. Fuentes, S.; Fuentes, C.; Saucedo, H.; Chávez, C. Border Irrigation Modeling with the Barré de Saint-Venant and Green and Ampt Equations. *Mathematics* 2022, 10, 1039.
3. Wösten, J.H.M.; Pachepsky, Ya.A.; Rawls, W.J. Pedotransfer Functions: Bridging the Gap between Available Basic Soil Data and Missing Soil Hydraulic Characteristics. *J. Hydrol.* 2001, 251, 123–150.
4. Patil, N.G.; Singh, S.K. Pedotransfer Functions for Estimating Soil Hydraulic Properties: A Review. *Pedosphere* 2016, 26, 417–430.
5. Erzin, Y.; Gumaste, S.D.; Gupta, A.K.; Singh, D.N. Artificial neural network (ANN) models for determining hydraulic conductivity of compacted fine-grained soils. *Can. Geotech. J.* 2009, 46, 955–968.
6. Trejo-Alonso, J.; Fuentes, C.; Chávez, C.; Quevedo, A.; Gutierrez-Lopez, A.; González-Correa, B. Saturated Hydraulic Conductivity Estimation Using Artificial Neural Networks. *Water* 2021, 13, 705.

## BIBLIOGRAFÍA

7. Morales-Durán, N., Fuentes, S. & Chávez, C. A soil database from Queretaro, Mexico for assessment of crop and irrigation water requirements. *Sci Data* 10, 429 (2023).
8. Moeys, J. Soiltexture: Functions for Soil Texture Plot, Classification and Transformation. 2018. Available online: <https://CRAN.Rproject.org/package=soiltexture>.
9. Fritsch S.; Guenther, F.; Wright, M.N. Neuralnet: Training of Neural Networks. R Package Version 1.44.2. 2019. Available online: <https://CRAN.R-project.org/package=neuralnet>
10. Kuhn, M. Caret: Classification and Regression Training. R Package Version 6.0-93. 2022. Available online: <https://CRAN.Rproject.org/package=caret>



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



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

CORREO ELECTRÓNICO: [josue.trejo@uaq.mx](mailto:josue.trejo@uaq.mx)

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023

