

Eficacia de un sensor de capacitancia para medir simultáneamente salinidad y contenido hídrico



A. Ritter y C.M. Regalado
 Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Dep. Suelos y Riegos
 Apdo. 60 La Laguna, 38200 Tenerife, aritter@icia.es

Jornadas de Investigación en la Zona no Saturada del Suelo **ZNS 07**
 CORDOBA 2007
 14 - 16 NOVIEMBRE

Introducción

- Los **sensores dieléctricos de capacitancia** constituyen un método alternativo para determinar el contenido hídrico en la zona no saturada, por ser instrumentos no contaminantes, de fácil manejo y de coste relativamente bajo que proporcionan medidas instantáneas y de forma poco destructiva.
- Algunos de estos sensores comerciales han sido adaptados para realizar lecturas simultáneas del contenido volumétrico de agua (θ) y de la conductividad eléctrica aparente del suelo (σ) en el mismo volumen de muestra. Sin embargo, como consecuencia de la **baja frecuencia de trabajo** que usan estos sensores, se plantean dudas sobre la exactitud con la que estas variables pueden determinarse simultáneamente.
- Estudios previos han evaluado la eficacia del sensor comercial WET (Delta-T Devices Ltd.) en suelos forestales de origen volcánico, encontrando que mientras que el Sensor WET estima de forma correcta σ , la **lectura de permitividad relativa** (ϵ'_a), y por tanto del **contenido de humedad** (θ) se ve **alterada por la salinidad** de forma importante.
- En este trabajo se estudia si estos resultados obtenidos para suelos volcánicos, que tienen un carácter dieléctrico atípico conocido, se producen también en un medio homogéneo como es una arena gruesa.

Materiales y métodos

Sensor WET

Consiste en una sonda de tres varillas que se conecta al lector HH2 Moisture meter (Delta-T Devices Ltd) encargado de generar una onda electromagnética de 20 MHz y de mostrar y almacenar los valores medidos. El comportamiento dieléctrico e iónico del material situado entre ellas, dependiente de ϵ'_a y σ , respectivamente, produce cambios en la onda de 20 MHz.



Se realizaron varios experimentos para verificar el funcionamiento del Sensor WET.

Experimento 1: Influencia de la salinidad sobre la lectura de permitividad

Se realizaron lecturas de permitividad ϵ'_a en distintas soluciones acuosas de KBr con conductividades eléctricas conocidas medidas con un conductímetro de laboratorio Crison GLP32 (Crison Instruments SA).

Experimento 2: Comportamiento en medios porosos

Se utilizaron cuatro materiales: tres suelos forestales de origen volcánico (A, B y C) y una arena gruesa (D).

Tomando muestras de estos cuatro materiales porosos, se realizaron medidas de σ y temperatura con el Sensor WET, calculando θ y la conductividad eléctrica de la solución de suelo (σ_w) a partir de las ecuaciones que internamente usa el lector HH2 y con otras ecuaciones alternativas.

Para contrastar estas lecturas, también se determinó θ por gravimetría, mientras que σ_w se midió con un conductímetro de laboratorio Crison 525 en la solución de suelo obtenida mediante extractores de solución Rhizon (Eijkelkamp).

Ecuaciones para la estimación de θ y σ_w

A partir de las lecturas de ϵ'_a y σ que proporciona el Sensor WET, es posible calcular θ y σ_w mediante las siguientes ecuaciones y sus correspondientes parámetros:

Ecuaciones usadas internamente por el lector HH2

$$\text{Contenido de humedad: } \theta = \frac{\sqrt{\epsilon'_a - b_0}}{b_1}$$

Hilhorst (2000)

Conductividad eléctrica de la solución del suelo:

$$\sigma_w = \frac{\epsilon'_a \sigma}{\epsilon'_a - \epsilon_{s,0}}$$

Ecuaciones alternativas

Evett et al. (2005)

$$\theta = a + b\rho^d \sqrt{\epsilon'_a + c} \sqrt{\frac{\sigma}{f_c}}$$

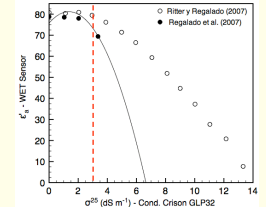
Muñoz-Carpena et al. (2005)

$$\sigma_w = \frac{\sigma - k\theta^2}{(m\theta^2 + n\theta)}$$

Resultados

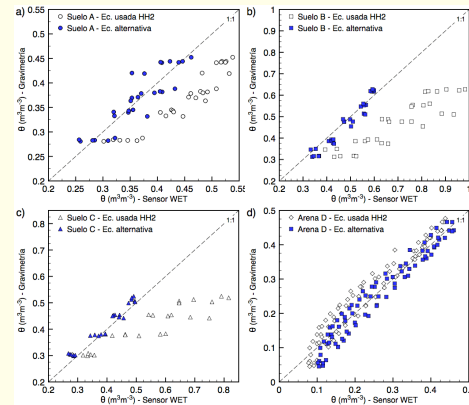
Lecturas de permitividad en líquidos

Se ven afectadas por σ para valores $>3 \text{ dS m}^{-1}$. La tendencia de la variación con la salinidad obtenida en este trabajo es distinta de la indicada por Regalado et al. (2007).



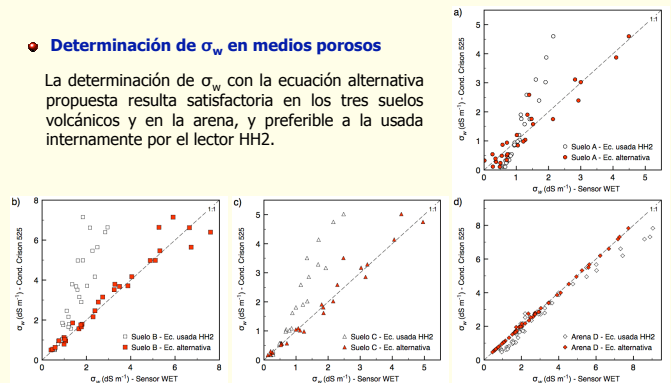
Determinación de θ en medios porosos

La predicción de θ con el Sensor WET en los suelos volcánicos estudiados y en la arena se aproxima mejor a los valores reales mediante la ecuación alternativa propuesta que con la usada internamente por el lector HH2.



Determinación de σ_w en medios porosos

La determinación de σ_w con la ecuación alternativa propuesta resulta satisfactoria en los tres suelos volcánicos y en la arena, y preferible a la usada internamente por el lector HH2.



Conclusiones

- La influencia de la salinidad sobre la lectura de permitividad no es despreciable como consecuencia de la baja frecuencia de trabajo que utiliza el Sensor WET. Por tanto, los valores de θ y σ_w calculados internamente por el lector HH2 no son correctos.
- En la arena este efecto es menor que en los suelos volcánicos estudiados.
- Por su simplicidad, el sensor dieléctrico capacitivo WET constituye una alternativa interesante al TDR para obtener medidas simultáneas de contenido de humedad y conductividad eléctrica, siempre y cuando se utilicen las ecuaciones propuestas calibradas convenientemente en función del tipo de suelo.