

EMPLEO de MICROCONTROLADORES y SENSORES de HUMEDAD de SUELOS de CÓDIGO ABIERTO para MEDICIONES del CONTENIDO HÍDRICO en SUELOS

Área del Conocimiento: Ciencias Agropecuarias

Becario: PIETRAGALLO, Manuel

Director: PAREDES, Federico Antonio

Facultad: Facultad de Ciencias Agrarias

E-mail: manuelpietra@gmail.com

Objetivos

General:

- Diseñar y calibrar un sensor de humedad para microcontroladores de código abierto Arduino® para la lectura directa del contenido de humedad de suelos bajo diferentes condiciones productivas como herramienta de valoración del contenido hídrico del suelo.

Específicos:

- Diseñar un sensor de humedad simple y un método de evaluación en condiciones controladas para diferentes suelos.
- Determinar la correlación de lecturas realizadas con el sensor de humedad Arduino® con el contenido de humedad gravimétrica de seis suelos diferentes.

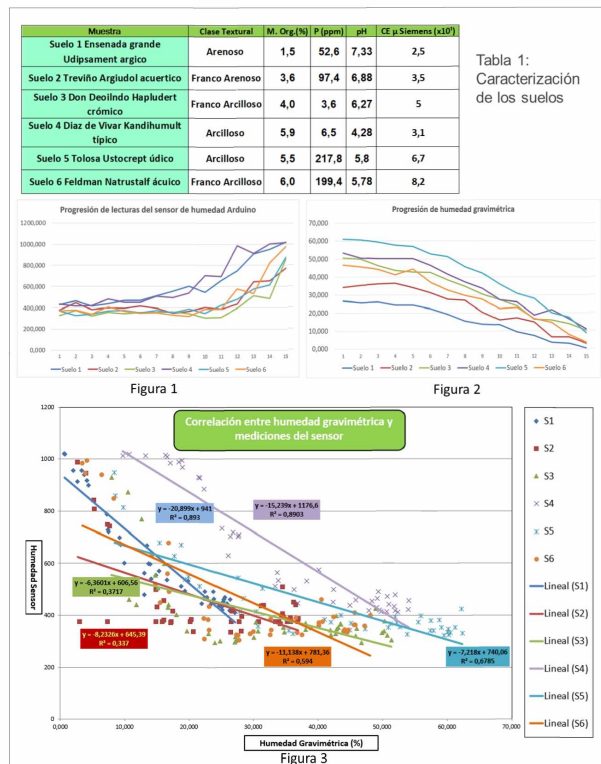
Materiales y Métodos

Se trabajó con muestras de suelos del epipedón (0-20 cm), obtenidas de lotes con historia de uso agrícola. Las mismas fueron secadas al aire y luego fueron molidas y tamizadas por 2 mm. Los suelos empleados fueron: Udipsament árgico, clase textural Arenosa (Ent); Hapludalf típico, Arenoso-franco (Alf); Argidual acuértico, Franco arenosa (Mol); Hapludert crómico, Franco limosa (Ver); y Kandihumult típico, Arcilloso (Ult).

Para caracterizar cada condición contrastante, a cada uno de ellos se le realizó las siguientes determinaciones: Densidad aparente (Da) (Método de la probeta); Densidad real (Método del Picnómetro); Porosidad total (%) y Espacio aéreo (%) (cálculo sobre los datos obtenidos); Humedad equivalente (Método de la centrifuga); Contenido de agua a capacidad de campo (Método de Pla); Contenido de agua a Punto de Marchitez Permanente (Método de Pla); Materia orgánica (Método de Walkley y Black modificado); Textura (Método densimétrico de Bouyoucos) y Conductividad eléctrica (Método conductimétrico).

El diseño fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Cada suelo se colocó en 15 contenedores de 57,72 cm³ cada uno, contruidos con caños de PVC y malla plástica en la base. Se colocó papel de filtro para evitar la pérdida de material. Posteriormente se llevaron hasta saturación por ascenso capilar en una cámara cerrada. Una vez alcanzada esta condición se quitó el agua del recipiente que los contenía, se realizaron lecturas simultáneas por triplicado con el sensor y gravimétricas de cada suelo una vez por día durante 15 días, midiendo los diferentes contenidos de humedad a medida que los suelos se desecaban a temperatura ambiente.

El sensor de humedad empleado fue el modelo YI-69 conectado a una placa Arduino UNO®. El mismo mide resistividad a la conductividad eléctrica para inferir en el contenido de humedad, arrojando un valor adimensional entre 0 y 1023 resultante de la conversión de la señal analógica a digital.



Resultados y Discusión

Los resultados de los análisis de cada suelo fueron condensados en la Tabla 1, donde también se les asignó un número para su posterior identificación.

La progresión del contenido de humedad (figura 1) y las lecturas obtenidas con el sensor (figura 2) en general fueron acordes a lo esperado, la resistividad medida con el sensor aumentó a medida que la humedad disminuyó. Mediante un análisis de correlación (figura 3) entre los contenidos de humedad gravimétricos y los correspondientes a las lecturas del sensor, se pudo comprobar que los suelos 1 y 4 se comportaron de forma similar, caracterizados por una ecuación de regresión lineal y valor R² muy cercano a 0,9, lo que demostraría la existencia de una correlación lineal negativa entre ambas variables. De forma contrastante, los suelos 2 y 3 no se ajustaron a un modelo lineal, presentando valores R² muy bajos y en general lecturas del sensor que no representaron las variaciones de humedad existentes en ambos suelos, en el caso del suelo 3 esta situación pudo deberse a su elevada CE, factor que interfiere con el sensor al ser este un medidor de resistividad eléctrica. Sin embargo, para el suelo 2, cuya CE no es elevada, el factor de variabilidad en las lecturas no está bien definido. Finalmente, los suelos 5 y 6 presentaron valores R² cercanos a 0,6 lo cual indicaría que no se ajustaron al modelo lineal propuesto, sin embargo en la práctica, cuando la humedad del suelo disminuyó significativamente, las lecturas obtenidas con el sensor fueron las esperadas, siendo a su vez poco satisfactorias con contenidos de humedad altos. Esta situación podría deberse a que ambos suelos se ajusten a otro tipo de modelo no lineal y que su conductividad elevada interfiera en las mediciones realizadas cuando la humedad es relativamente alta. Estos resultados alientan a la utilización del sensor en suelos arenosos o con bajo contenido de sales disueltas, donde con una simple calibración y conversión de los valores a porcentaje de humedad, se podría conocer la misma con una exactitud aceptable.