

CALIBRACIÓN DE SENSORES CAPACITIVOS DE HUMEDAD DEL SUELO PARA LA GESTIÓN DEL RIEGO

Rogério Dantas de Lacerda¹ Samuel de Paiva Rego², Maria Glória Lourenço de
Morais³, Erick Gabriel de Moraes Carvalho⁴, Jorge Alves de Sousa⁵, Valdir Carvalho de
Santana Filho⁶

RESUMEN: La técnica de riego se puede definir como la aplicación artificial de agua al suelo, en cantidades adecuadas, con el fin de proporcionar humedad para el desarrollo normal de las plantas cultivadas, con el fin de suplir la falta o mala distribución de las precipitaciones. El objetivo de este trabajo fue estudiar la respuesta de sensores capacitivos de humedad del suelo utilizados en el manejo del riego con el fin de apoyar su automatización. Así, permite el desarrollo de un prototipo de sistema de riego automatizado mediante tecnología, pudiendo construir un producto de bajo costo, preciso y accesible. Las muestras de suelo fueron recolectadas en el área experimental del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Rio Grande do Norte (IFRN), campus de Apodi, cuya altitud promedio es de 116 m. Luego se seca al aire, luego se desenrosca y se pasa a través de un tamiz de malla de 2,0 mm. Se prepararon seis muestras de suelo estandarizadas cada una a (5, 10, 15, 20, 25 y 30 % de humedad del suelo) para las calibraciones adecuadas de los sensores capacitivos. Los resultados mostraron que el uso de este sensor permitió estimar satisfactoriamente la humedad volumétrica del suelo, en los intervalos de humedad ensayados.

PALABRAS CLAVE: Automatización, riego de precisión, agua en el suelo.

CALIBRATION OF CAPACITIVE SOIL MOISTURE SENSORS FOR IRRIGATION MANAGEMENT

¹Prof. Doutor em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.
rogerio.dantas@ifrn.edu.br.

²Prof. Mestre, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

³Discente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

⁴Discente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

⁵Prof. Doutor, Universidade Federal de Campina Grande.

⁶Prof. Mestre, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

ABSTRACT: The irrigation technique can be defined as the artificial application of water to the soil, in adequate amounts, aiming to provide moisture for the normal development of cultivated plants, in order to compensate for the lack or poor distribution of rainfall. This work aimed to study the response of capacitive soil moisture sensors used in irrigation management in order to subsidize its automation. Thus, it allows to develop a prototype of a controlled irrigation system using technology, being able to build a low-cost, accurate and accessible product. Soil samples were collected in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte - IFRN. Apodi - RN, whose average altitude is 116 m. Then air-dried, subsequently crushed, and passed through a 2.0 mm mesh sieve. And six samples of standardized soils were made each one (5; 10; 15; 20; 25 and 30% of soil moisture) for the due calibrations of the capacitive sensors. The demonstrated results that the use of this sensor allowed to estimate, in a satisfactory way, the volumetric humidity of the soil, in the tested humidity ranges.

KEYWORDS: Automation. Precision irrigation. Water in soil.

INTRODUCCIÓN

El riego es una técnica utilizada para satisfacer las necesidades de agua de un cultivo, utilizando diversos equipos, accesorios y técnicas de manejo. Algunas características definen qué tipo de riego es el adecuado, como el tipo de suelo, el clima, entre otras (AGROSMART, 2016). La eficiencia del riego es un enfoque que se ocupa de un manejo que aplica el agua solo en el momento adecuado y en la cantidad necesaria para el cultivo. A nivel mundial, solo el 37% del agua utilizada en riego es utilizada por el cultivo, considerando la cantidad de agua extraída de la fuente por el agua realmente utilizada por el riego (COELHO, et al, 2005).

La mayoría de los agricultores determinan empíricamente la cantidad y el momento en que se debe aplicar agua al cultivo. Si la aplicación de agua se utilizara de manera constante, se ahorraría alrededor del 20% del agua aplicada, evitando un uso innecesario (CHRISTOFIDIS, 1999).

Las técnicas de riego son utilizadas por los agricultores como una solución para superar la escasez de agua y como un medio para determinar la cantidad de agua necesaria para el cultivo, logrando así un aumento de la productividad. La técnica de riego se puede dividir en algunas categorías como aspersión, localizada o superficial (TESTEZLAF, 2011).

El contenido de agua del suelo es un parámetro extremadamente variable, especialmente a lo largo del tiempo, influenciado por las precipitaciones, el riego, el drenaje o la evaporación y otras prácticas de manejo de cultivos. De esta manera, el conocimiento del contenido de agua en el suelo, su dinámica temporal y también espacial, bajo diferentes condiciones de suelo y prácticas culturales, se vuelve importante para el mejor uso del agua en la agricultura, en este sentido, existe una necesidad constante de métodos que permitan acceder a la condición local del suelo, de manera precisa, instantánea y continua (SOUZA, *en al.* 2013).

Existen métodos directos e indirectos para obtenerlo. En el método directo, la gravimetría es el estándar, siendo precisa y de costo relativamente bajo. Dos métodos indirectos se han destacado en los últimos años por su precisión, seguridad del operador y rapidez en la obtención de la estimación del contenido de agua en el suelo, los métodos electromagnéticos: la Reflectometría en el Dominio del Tiempo (TDR) y la Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia (FDR), también conocido como método de capacitancia. Ambos se basan en la constante dieléctrica de la matriz del suelo (SOUZA, *at al.* 2016).

La agricultura de regadío se desarrolla en las más diversas condiciones del medio físico, sirviendo a una amplia variedad de cultivos e intereses sociales y económicos, por lo que no es posible contar con un único sistema de riego ideal, capaz de cumplir de la mejor manera todas las condiciones y objetivos involucrados. En consecuencia, se debe seleccionar el sistema de riego más adecuado para cada condición particular, considerando los intereses involucrados. El proceso de selección debe basarse en un análisis cuidadoso de las condiciones presentes, en función de los requerimientos de cada sistema de riego.

El objetivo de este trabajo fue verificar la eficiencia de un sistema de sensores de humedad del suelo, utilizando una plataforma de recolección de información en tiempo real para el control de áreas irrigadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sensor elegido se caracteriza por ser un sensor capacitivo para medir la humedad del suelo. Para llevar a cabo el proceso de recopilación y procesamiento de la información obtenida a través de los sensores, se utilizó una placa ESP32, que cuenta con un microcontrolador que se encarga de procesar los datos. Los datos se leían a través de una computadora en tiempo real. La calibración de los sensores se realizó a través de muestras de suelo tomadas del área experimental del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Rio Grande do Norte - IFRN, campus de Apodi, cuya altitud promedio es de 116 m. Luego se seca al aire, luego se desenrosca y se pasa a través de un tamiz de malla de 2,0 mm. En el cual se realizaron seis muestras en recipientes plásticos que contenían 0,7 kg de suelo cada uno estandarizado a (5, 10, 15, 20, 25 y 30 % de humedad del suelo) para calibraciones de sensores.

Para obtener la calibración se realizó una recopilación de los datos, donde se obtuvo una línea de regresión entre los valores de humedad del suelo y los de capacitancia obtenidos con el sensor. Con los datos obtenidos se generó un diagrama de dispersión y se ajustó una línea de regresión, con una ecuación que puede ser utilizada para estimar los valores de humedad del suelo a partir de los valores medidos por el sensor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la calibración del sensor se ajustó la ecuación lineal en el suelo estudiado, ya que este tipo de ecuación presentaba el mejor ajuste. La Figura 1 muestra las curvas, las ecuaciones de calibración y el coeficiente de determinación (R^2) para los tres sensores, respectivamente.

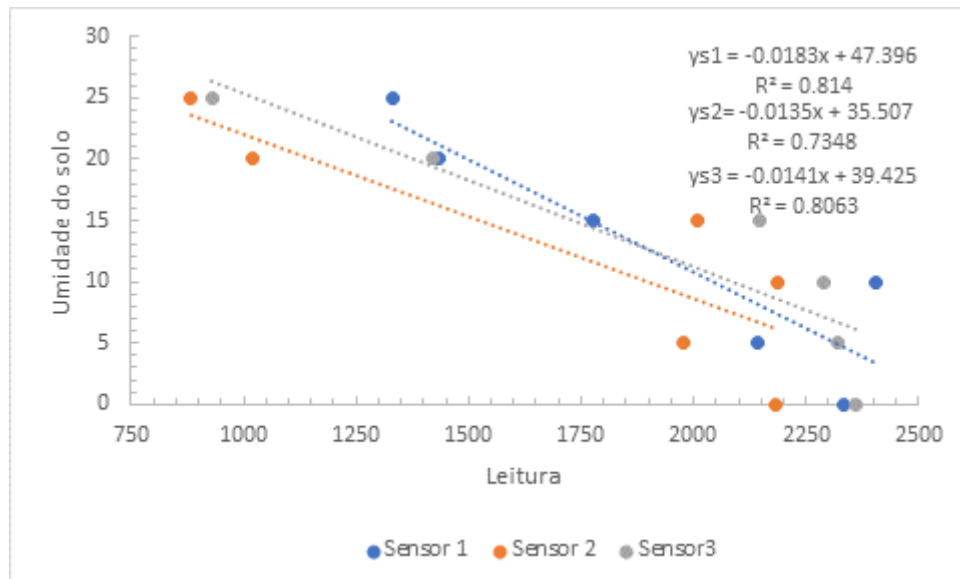


Figura 1. Curva de calibración obtenida en laboratorio desde el sensor capacitivo hasta el suelo.

Como se observa en la Figura 1, que muestra la calibración del sensor capacitivo, el comportamiento de las lecturas tiende a presentar valores más bajos cuando aumenta la humedad del suelo, es decir, disminuye el ajuste lineal. Los coeficientes de determinación fueron altos, con valores de 0,73, 0,90 y 0,81 para los tres sensores analizados. Resultados similares para el rendimiento del sensor fueron reportados por (RAMOS, *et al.* 2014). Estos autores evaluaron la precisión de una sonda de capacitancia (modelo Diviner 2000®) para la medición de humedad en un Neosol Quartizarénico Órtico Éutrico. En este estudio se verificó que la ecuación de calibración explicó significativamente el 70% de la humedad del suelo.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que el uso de este sensor permitió estimar satisfactoriamente la humedad volumétrica del suelo, en los intervalos de humedad ensayados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COELHO, E.F; FILHO, M.AC.; OLIVEIRA, S.L. Agricultura de regadío: eficiencia del riego y aprovechamiento del agua. Universidad Federal del Recôncavo da Bahia (2005).

CHRISTOFIDIS, D. Recursos Hídricos y Riego en Brasil. Brasilia: CDS – UnB, 1999.

DECANO, T.J.; CAMPANA, J.P.; BATY, A.J.B. Medición de la humedad del suelo mediante una técnica de capacitancia mejorada. 1. Diseño y rendimiento del sensor. **Revista de Hidrología**, v.93, p.67-78, 1987.

IBRAHIM, Dragan. La Guía Completa de Proyectos ESP32.1a. ed. [S.l.]: Elektor Digital, 2017

KOLBAN, Neil. Libro de Kolban sobre ESP32. Leanpub, 2018.

MEYER, G. L. Control de Sistema de Riego con Monitoreo vía Programación. Universidad Federal de Ouro Preto – UFOP. Ouro Preto, 2005.

Paltineanu, I.C. y Starr, J.L. (1997), Dinámica del agua del suelo en tiempo real utilizando sondas de capacitancia multisensor: **calibración de laboratorio.Revista de la Sociedad Americana de Ciencias del Suelo**, 61: 1576-1585.

RAMOS, F. T.; PIVETTA, F.; MATOS, V. A. T.; SEIXAS, G. B.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Precisión y calibración de una sonda de capacitancia en un Neosol de cuarzo cultivado con anacardo. **Revista Bionscience**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1631-1641, 2014.

REIS, J. S. dos. Sistema de control aplicado a la automatización del riego agrícola. Universidad Tecnológica Federal de Paraná. UTFP. Cornélio Procópio. 2015

SOUZA, C. F.; PIRES, R. C. M.; MIRANDA, D. B; Calibración de sondas FDR y TDR para la estimación de humedad en dos tipos de suelo. **Irrigación**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 597-606, octubre-diciembre, 2013.

TESTEZLAF, R. Riego: métodos, sistemas y aplicaciones. 1. Ed. Campinas, SP: Facultad de Ingeniería Agronómica/UNICAMP 2017. 215 págs.